UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET PHARMACIE

ANNÉE 1951 N° 130

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TRAITEMENTS DES MALADIES PARASITAIRES DES AGRUMES DU SUD MAROCAIN

THÈSE POUR LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ
(Mention Pharmacie)

*Présentée et soutenue publiquement le 18 Avril 1951*

PAR

J. BRUGUIÈRE
Pharmacien

●

JURY
- *Président :* MM. CAUJOLLE
- *Assesseurs :* BRUSTIER, DELAS, COUTURIER
- *Suppléant :* Mme DULLUC-MATHOU

Imp. A. B. C. - Casablanca

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549605_0024

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET PHARMACIE

ANNÉE 1951 N° 130

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TRAITEMENTS DES MALADIES PARASITAIRES DES AGRUMES DU SUD MAROCAIN

THÈSE POUR LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ
(Mention Pharmacie)

*Présentée et soutenue publiquement le 18 Avril 1951*

PAR

**J. BRUGUIÈRE**
Pharmacien

●

JURY
- *Président :* MM. CAUJOLLE
- *Assesseurs :* BRUSTIER, DELAS, COUTURIER
- *Suppléant :* Mme DULLUC-MATHOU

Imp. A. B. C. - Casablanca

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

# FACULTE MIXTE de MEDECINE et de PHARMACIE de TOULOUSE

## TABLEAU DU PERSONNEL

| | |
|---|---|
| DOYEN | MM. LEFEBVRE. |
| ASSESSEUR | BRUSTIER. |
| DOYENS HONORAIRES | GORSE, CALVET. |

### PROFESSEURS HONORAIRES

MM. RISPAL. M. MERIEL. MM. RIBAUT.
LAFFORGUE. SERR.
GARIPUY. CLERMONT.

### PROFESSEURS

| | |
|---|---|
| Clinique de neurologie et de psychiatrie | MM. RISER. |
| Clinique médicale | TAPIE, ROQUES. |
| Clinique obstétricale | GUILHEM. |
| Physiologie | SOULA. |
| Clinique chirurgicale et du cancer | DUCUING. |
| Physqiue biologique et médicale | BUGNARD. |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques | NANTA. |
| Chimie et Toxicologie | BRUSTIER. |
| Pathologie générale et médecine expérimentale | SENDRAIL. |
| Clinique chirurgicale et gynécologique | LEFEBVRE. |
| Anatomie | LAZORTHES. |
| Histoire naturelle | DELAS. |
| Clinique médicale infantile et puériculture | SOREL (R.) |
| Pharmacie | CAUJOLLE. |
| Pathologie interne et Clinique des maladies de la tuberculose | MOREL. |
| Bactériologie, hygiène, médecine sociale | ANDRIEU. |
| Clinique Chirurgicale infantile et Orthopédie | VIRENQUE. |
| Clinique des maladies des voies urinaires | FABRE (P.) |
| Matière médicale | VINCENT. |
| Hydrologie thérapeutique et climatologie | MERIEL. |
| Anatomie pathologique | FABRE (J.) |
| Clinique oto-rhino-laryngologique et chirurgie | CALVET. |
| Clinique ophtalmologique | CALMETTES. |
| Chimie biologique | VALDIGUIE. |
| Médecine légale et du Travail | PLANQUES. |
| Histologie et embryologie | BROUSSY. |
| Médecine sociale | BOUNHOURE. |
| Thérapeutique | GADRAT. |
| Pathologie externe | GRIMOUD. |
| Stomatologie | CADENAT. |

### PROFESSEURS SANS CHAIRES

| | |
|---|---|
| Physiologie | MM. BAISSET. |
| Anatomie | COULOUMA |

### AGRÉGÉS

| | |
|---|---|
| Anatomie | POULHES (ch. de f.) |
| Histologie | BIMES (ch. de f.) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Médecine | MM. DARNAUD. | Chirurgie | MM. RIEUNEAU. |
| | GERAUD. | | DIEULAFE. |
| | DARDENNE. | | DAMBRIN (P.). |
| | LAPORTE. | | |

| | |
|---|---|
| Ophtalmologie | MM. DEODATI. |
| Obstétrique | PONTONNIER (ch. de f.) |
| Chimie médicale | MARQUES. |
| Physique médicale | |
| Pharmacie | COUTURIER. |
| Chimie générale pharmaceutique | BLANC. |
| Histoire naturelle pharmaceutique | Mme DULLUCQ-MATHOU |

R. UNIV. BIBLIOTHEEK GHENT

## COURS COMPLÉMENTAIRES

| | |
|---|---|
| Cours d'obstétrique aux élèves sages-femmes ..... | MM. GUILHEM. |
| Cours d'anatomie aux élèves sages-femmes ..... | GUILHEM. |
| Chimie pathologique ..... | VALDIGUIE. |
| Chimie minérale ..... | BLANC. |
| Physique pharmaceutique ..... | AUVERGNAT. |
| Dermatologie et syphiligraphie ..... | BAZEX. |
| Législation pharmaceutique ..... | BOUISSET. |
| Microbiologie ..... | BOUISSET. |
| Clinique de la tuberculose ..... | MOREL, DAMBRIN (P.) |
| Parasitologie ..... | LASSERRE. |
| Botanique et Cryptogamie ..... | Mme DULLUCQ-MATHOU |
| Chimie analytique ..... | BLANC. |
| Hydrologie et Géologie ..... | ASTRE. |
| Anatomie médico-chirurgicale ..... | THOMAS. |
| Pharmacodynamie ..... | BONHOURE. CAUJOLLE. |
| Bactériologie et Hygiène ..... | LAPORTE. |
| Urologie ..... | LHEZ. |
| Ophtalmologie ..... | DEODATI. |
| Neuro-Chirurgie ..... | LAZORTHES. |
| Oto-Rhino-Laryngologique ..... | CLAUX. |

Secrétaire de la Faculté ..... M. ARGILAS

---

**La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.**

(*Délibération en date du* 12 *mai* 1891)

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA FEMME

A MON FILS

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES AMIS

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DU JURY

MONSIEUR LE PROFESSEUR F. CAUJOLLE

Professeur de Pharmacie.
Inspecteur Principal des Pharmacies,
Chevalier de la Légion d'honneur.

A NOTRE JURY DE THESE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR V. BRUSTIER

Professeur de Chimie et Toxicologie,
Inspecteur Principal des Pharmacies,
Officier de la Légion d'honneur.

MONSIEUR LE PROFESSEUR R. DELAS

Professeur d'Histoire Naturelle Pharmaceutique,
Chevalier de la Légion d'honneur.

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. COUTURIER

Maître de Conférences, Agrégé de Pharmacie.

MADAME DULLUCQ-MATHOU

Professeur de Botanique et de Cryptogamie.

Avec notre reconnaissance et en témoignage
de notre profonde gratitude.

# PLAN GÉNÉRAL

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : ETUDE AGRONOMIQUE DES AGRUMES AU MAROC.

Généralités,
Espèces cultivées,
Exigences des agrumes.

DEUXIEME PARTIE : PHYTOPATHOLOGIE

Hygiène de l'orangerie,
Accidents météorologiques : vent, insolation, grêle,
Maladies non parasitaires : Asphyxie des racines, maladies de carence et d'excès, chute des jeunes fruits en juin, saisonnement des récoltes,
Maladies cryptogamiques : Pourriture des racines d'agrumes, gommose parasitaire, psorose ou écorce cailleuse, mal secco, fumagine, pourriture des fruits,
Parasites des agrumes : Parasites animaux autres que les insectes, parasites insectes, cochenilles, mouche des fruits.

TROISIEME PARTIE : ETUDE, ESSAI ET DOSAGE DES PHYTOMEDICAMENTS.

Produits utilisés, en général, sous forme liquide : Acide borique, arséniate de plomb, borate de soude, bouillies cupriques, chaux, bouillies sulfocalciques, huiles blanches, pétrole, permanganate de potassium, soufre, tabac et nicotine.
Produits utilisés, en général, sous forme solide : Dichlorodiphényltrichloroéthane, engrais, hexachlorohexane, plantes à roténone, pyrèthres et pyréthrines, sulfate de fer, sulfate de manganèse, sulfate de zinc.
Produits utilisés sous forme gazeuse : Acide cyanhydrique et cyanures.

CONCLUSIONS

# AVANT-PROPOS

Les sujets de thèse qui s'offrent au jeune étudiant sont très variés, dans les domaines les plus divers.

Il peut, en effet dans son choix, dans son travail profiter des conseils et des enseignements de ses Maîtres.

Pour moi, ancien étudiant déjà, installé pharmacien à Casablanca, j'ai été dès le premier jour conquis par les multiples problèmes que pose la colonisation au Maroc.

C'est pour cela que mon sujet de thèse a pour objet l'une des activités vitales de ce pays.

Encouragé par M. le Professeur CAUJOLLE, et sous ses directives, j'ai essayé d'apporter ma modeste contribution à l'œuvre commune, qui est celle de tous les Français de ce pays.

Qu'il nous permette de lui dire toute notre reconnaissance, pour l'intérêt qu'il n'a jamais cessé de nous témoigner.

Nous remercions aussi M. le Professeur BRUSTIER auprès de qui nous avons toujours trouvé tant de compréhension.

# INTRODUCTION

Les agrumes ont pris dans le monde au cours des cinquante dernières années une place de premier plan.

La production mondiale, qui en 1910 s'élevait à 20 millions de quintaux, avait quintuplé en 1947.

Les raisons de ce développement sont de plusieurs ordres :

1°) — L'emploi de plus en plus répandu des fruits et des jus de fruits dans l'alimentation humaine.

2°) — La rapidité des transports entre les pays producteurs et consommateurs.

3°) — La mise au point des méthodes de conservation.

4°) — La richesse des agrumes en phosphate de chaux, et en vitamine C, savamment mises en relief par le corps médical, ont fait augmenter la consommation dans de notables proportions.

Il ne faut donc pas s'étonner du succès, sans cesse croissant, qu'ont rencontré les agrumes dans le monde

C'est ainsi, qu'avant la guerre, l'Américain consommait 17 Kgs d'oranges par an, l'Anglais 17 Kgs, le Belge et le Suisse 9 Kgs, le Norvégien 9 Kgs, le Suédois et le Français 6 Kgs.

Par ailleurs le Français qui ne fait pas figure de gros mangeur de fruits, 29 Kgs par an, les consommait avant 1939 dans la proportion suivante : Pour deux poires, il mangeait deux pêches, une banane, cinq pommes et trois oranges.

Ceci, la propagande aidant, est réconfortant pour l'avenir des plantations Nord-Africaines.

Au Maroc, où la culture est beaucoup plus récente, les premières plantations datant de 1920, la place occupée par les agrumes se développe dans des proportions considérables.

Les premières plantations remontent à des temps déjà lointains, mais les méthodes archaïques employées par les indigènes sont dépassées par les techniques modernes. Aujourd'hui le Planteur a pour impératif catégorique de produire au maximum, avec le minimum de dépense et de travail.

La modernisation des méthodes de culture, de conditionnement, de transport et de vente des agrumes est en Afrique du Nord la condition essentielle de la prospérité de la production.

Mais ce qui est aussi important, pour le Planteur, c'est la défense sanitaire de son orangeraie.

Et c'est ici que le rôle du Pharmacien peut devenir très important.

Dans quelques années, il aura pénétré dans tout le pays, et alors, en plus de son rôle social, il aura un rôle de Conseiller Phytopharmaceutique à jouer, qui lui permettra de rendre de grands services.

Dans la première partie de notre travail, nous avons fait l'étude agronomique des agrumes au Maroc.

Dans la deuxième partie, nous avons traité la Phytopathologie, en nous bornant aux principales maladies rencontrées dans le Sud Marocain.

Dans la troisième partie, nous nous sommes consacrés à l'Etude Phytopharmaceutique des drogues employées en Phytopathologie.

PREMIÈRE PARTIE

# ETUDE AGRONOMIQUE DES AGRUMES AU MAROC

## I. — GENERALITES.

Bien avant la pénétration française, les agrumes étaient cultivés au Maroc.

Dans le Maroc Oriental, la vallée du Zegzel, bien abritée, bien irriguée, fut le siège des premières plantations.

Dans le Riff, dans les Doukkalas, à Taghzirt, au pied du Moyen Atlas, dans la région de Marrakech, de belles et anciennes plantations indigènes rappellent l'ancienneté de la culture des agrumes dans ce pays et, malgré les moyens primitifs employés, la réussite qu'elle peut y connaître.

Mais ce qui conditionnait tout au départ, étaient les disponibilités en eau, dont pouvaient disposer les Planteurs. Une politique de barrages bien comprise a permis depuis lors de les faire progresser.

Après les tâtonnements du début, le vrai démarrage eut lieu en 1935. A cette date, les plantations régulières représentaient 400.000 arbres à peu près en équivalence avec les plantations indigènes. A partir de ce moment, le mouvement de plantation affecte toutes les régions du Maroc, depuis Marrakech et le Tadla

jusqu'au Maroc Oriental. La mise en service du barrage d'El Kansera provoqua dans le Rharb des réalisations de grande envergure. A l'heure actuelle, les plantations qui existent au Maroc, sont une des plus belles réalisations françaises, dans le domaine de l'arboriculture.

Elles atteignent plus de 3.000.000 de pieds qui couvrent environ 14.000 hectares, auxquels il faut ajouter les 850.000 arbres indigènes qui, en plantations régulières occuperaient 3.500 hectares.

Actuellement l'ensemble des plantations couvre donc 17.500 hectares.

Les plantations européennes se répartissent dans les différentes régions de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Région de Rabat et Port-Lyautey | 6.500 Ha. |
| Région de Meknès | 2.000 Ha. |
| Région de Casablanca | 1.500 Ha. |
| Région d'Oujda | 1.200 Ha. |
| Région de Marrakech | 1.500 Ha. |
| Région de Fès | 650 Ha. |
| Région d'Agadir | 650 Ha. |
| | 14.000 Ha. |

Par ailleurs, la répartition se fait par espèces de fruits de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Oranges précoces | 5.600 Ha. |
| Clémentines | 3.500 Ha. |
| Mi-saisons | 2.000 Ha. |
| Tardives | 1.600 Ha. |
| Mandarines | 600 Ha. |
| Citrons | 350 Ha. |
| Pomélos | 100 Ha. |
| Divers | 150 Ha. |
| Total | 14.000 Ha. |

D'après ce qui précède, il faut noter que le Maroc s'est surtout spécialisé dans la production des fruits

précoces, puisque les 2/3 des surfaces cultivées sont consacrés à la culture des navels, des clémentines et des mandarines, ce qui lui permet d'arriver sur les marchés avant l'Espagne et l'Algérie.

Quant aux oranges de saison et aux oranges tardives, elles servent à la consommation locale et à l'industrie des jus de fruits.

Le bloc principal de la production de l'Union Française est l'Afrique du Nord, Algérie, Maroc, Tunisie, qui a approximativement 50.000 hectares de plantations, qui dans quatre ou cinq ans pourront produire près de 6.500.000 quintaux.

Les besoins locaux étant de 2.000.000 de quintaux, il resterait donc 4.500.000 qui pourraient couvrir entièrement les besoins de la France.

A ce sujet, je citerai ce qu'écrivait Monsieur Dumont, Maître de Conférences à l'Institut Agronomique, dans la revue « Fruits d'Outre-Mer » de juillet 1930 :

« L'Agrumiculteur nord-africain peut largement lutter sur le marché mondial, avec l'agrumiculture des vieux producteurs méditerranéens : Espagne et Italie ».

« Le Maroc dispose de deux grands fleuves, le Sebou et l'Oum er R'bia, et de vastes plaines. Ses exploitations sont de dimensions suffisantes pour amortir un équipement moderne, et d'ici 10 ou 12 ans, ses grands barrages terminés, il pourra planter 50.000 hectares ».

Le Planteur 1950, si l'on peut l'appeler ainsi, bénéficie aujourd'hui d'une organisation officielle, qui est à sa disposition, pour tout problème de quelque ordre qu'il soit, que peut poser la création, la culture, la défense, et l'exploitation d'une orangeraie.

Ce rôle est rempli par les Services de la Défense des Végétaux, qui sont répartis dans les régions de grande production.

L'exportation est strictement réglementée par l'Office Chérifien d'Exportation, qui ne permet l'expédition que de fruits répondant à des normes très strictes. De plus, le Maroc, pays de la Porte Ouverte, est tourné, du fait de sa situation, vers la civilisation occidentale ; il s'inspire dans ses méthodes de culture de l'exemple qui lui vient de l'incomparable Californie.

## II. — ESPECES ET VARIETES CULTIVEES

La nomenclature des espèces et des variétés d'agrumes cultivées au Maroc a toujours présenté une grande confusion due à différentes causes :

Reproduction par semis, engendrant de nombreuses qualités ; noms bizarres et différents donnés à une même variété ; variations dues au milieu donnant naissance à une synonymie de noms ; baptêmes effectués par des arboriculteurs qui se croyaient être les inventeurs de leur variété.

Si le Maroc ne possédait, comme la Californie, que deux variétés commerciales d'agrumes, la classification et la standardisation seraient vite faites. Un essai de classification commune a tout de même été tenté en Afrique du Nord. Une réunion des représentants respectifs de l'Algérie, de la Tunisie et du Maroc eut lieu à Alger le 20 Décembre 1941. Cette Commission s'attacha uniquement à classer les oranges, car aucune difficulté n'existait en ce qui concerne les clémentines, les mandarines et les pomélos, dont les espèces cultivées étaient identiques pour les trois pays. Elle essaya de déterminer des catégories commerciales qui puissent être facilement identifiées par le consommateur, ce qui permit une taxation plus facile et une simplification des dénominations.

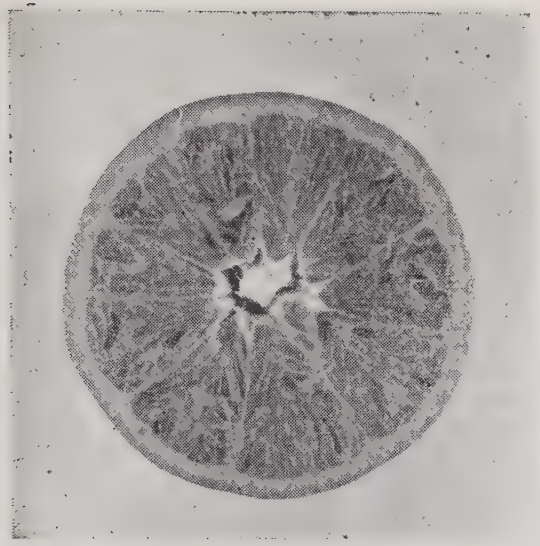
La totalité des agrumes cultivés appartient au genre Citrus, qui fait partie de la famille des Rutacées.

### A — ESPECES.

Les espèces les plus répandues sont les suivantes :

1°) — Citrus Aurantium ou oranger.

2°) — Citrus Aurantium amara ou bigaradier.



Coupe de navel

(D. D. V.)

Pomelos de la Station expérimentale de Marrakech

(R. F. O.)

Valencia Late (type pur)

(R. F. O.)

3°) — Citrus Nobilis ou mandarinier.

4°) — Citrus Medica Variété Lemon ou Citronnier.

5°) — Citrus,Medica Variété Proper ou Cédratier, (M'Guerb - Geb).

6°) — Citrus Japonica ou kumguat.

7°) — Citrus Triptera, employé parfois comme porte-greffe.

8°) — Citrus Floridensis ou Rough Lemon, qui est au stade d'essai comme porte-greffe.

9°) — La Clémentine, qui serait un hybride de Citrus Nobilis et de Citrus Aurantium Amara.

10°) — Le Pomelo, qui serait un hybride de Citrus Decumana (Pamplemoussier) et de Citrus Aurantium (Oranger).

B — VARIETES.

Nous allons surtout passer en revue les variétés cultivées d'une façon suivie, et dont la culture est rentable pour l'agrumiculteur du Sud Marocain.

1°) — Groupe des navels.

Ce sont des oranges hâtives. Elles sont caractérisées par la présence d'un ombilic nettement marqué au point pistillaire.

a) WASHINGTON NAVEL : Cette variété est la plus cultivée au Maroc et donne de bons rendements. Forme : légèrement ovoïde, applatie aux pôles, poids 180 à 250 grammes.

Peau : ferme et rugueuse sur toute la surface, d'épaisseur régulière.

Pépins : généralement asperme.

Pulpe : croquante et juteuse de faible acidité.

Maturité : fin novembre.

b) THOMPSON NAVEL : Cette variété est surtout cultivée sur le littoral. La maturité a lieu quinze jours avant Washington Navel, mais elle est beaucoup plus fragile.

Forme : sphérique, quelquefois légèrement ovoïde, poids 150 à 200 grammes.

Peau : fine, très lisse et très brillante.

Pépins : généralement asperme.

Pulpe : sèche, fibreuse, très colorée.

Maturité : 15 novembre.

Il ne faut pas la confondre avec Golden Buckeye (plus hâtive), ou Golden Nugget (plus tardive), qui sont toutes deux impropres à l'exportation.

2°) — Groupe des blondes sans pépins

Elles sont caractérisées par une pulpe blonde, on tolère jusqu'à 4 ou 5 pépins.

a) HAMLIN : Cette variété n'est pas très cultivée.

Forme : sphérique, légèrement applatie aux pôles, poids 140 grammes.

Peau : mince à grains fins, de couleur rouge orangé.

Pépins : cinq au maximum.

Pulpe : très juteuse et très colorée.

Maturité : début décembre.

b) CADENERA : Elles sont désignées de différentes façons : Cadenera Fina, Sin Hueso, Pajarito. Elle a un goût exquis, et peut être recommandée pour l'exportation.

Forme : arrondie, poids 110 à 180 grammes.

Peau : couleur jaune orangé.

Pépins : quelquefois jusqu'à trois pépins.

Pulpe : très juteuse et très acidulée.

Maturité : 2ème quinzaine de décembre.

c) JAFFA : C'est une variété d'origine palestinienne, à peau épaisse, qui supporte très bien le transport. Elle est très appréciée.

Forme : oblongue, poids moyen 220 grammes.

Peau : épaisse, de couleur jaune orangé.

Pépins : généralement asperme.

Pulpe : très colorée, pas très juteuse.

Maturité : février.

d) MALTAISE BLONDE : Cette variété n'est pas exportée en grande quantité, car elle supporte mal le transport.

Forme : ovale, poids 110 à 180 grammes.

Peau : assez résistante, de couleur jaune orangé à grains moyennement fins.

Pépins : asperme, de 1 à 3.

Pulpe : juteuse et très savoureuse.

Maturité : fin janvier.

3°) — Groupe des sanguines sans pépins.

Elles sont caractérisées par une pulpe présentant des parties sanguines plus ou moins étendues. On tolère jusqu'à 4 ou 5 pépins.

a) PORTUGAISES SANGUINES : Elles sont d'un goût excellent.

Forme : ovale, quelquefois ronde.

Poids : de 100 à 180 grammes.

Peau : relativement lisse, de couleur rouge sanguin à maturité.

Pépins : 0 à 3.

Pulpe : très juteuse, acidulée.

Maturité : de février à mars.

b) DOUBLE FINE : Elle manque de solidité sur l'arbre.

Forme : oblongue, poids 100 à 150 grammes.

Peau : très coriace, à grain fin, très luisante.

Pépins : asperme, 1 à 2.

Maturité : février à mars.

c) DOUBLE FINE AMELIOREE : Elle est très solide sur l'arbre et supporte bien le transport.

Forme : oblongue, quelquefois ronde, poids 120 à 225 grammes.

Peau : moins coriace que celle de la double fine, lisse.

Pépins :

Pulpe : assez juteuse.

Maturité : de fin janvier à fin février.

4°) — Groupe des tardives.

Elles sont caractérisées par une maturité qui s'étend de mars à juin.

a) VALENCIA LATE : Cette variété est très cultivée en Amérique, où un dixième de la production sert à la fabrication des jus de fruit.

Forme : ronde légèrement ovoïde, poids 140 à 180 grammes.

Peau : assez fine et résistante, grenue, peu colorée.

Pépins : généralement asperme, 5 à 6 pépins.

Maturité : mars-avril, peut rester sur l'arbre jusqu'en juin.

b) VERNIA : Cultivée surtout en Algérie.

Forme : ovale, s'amenuisant vers le col, poids 100 à 150 grammes.

Peau : ferme, à grain fin.

Pépins : 0 à 6.

Maturité : mars-avril.

5°) — Groupe des communes.

Elles constituent la masse des vieilles plantations ; elles proviennent pour la plupart de semis et n'ont pas de caractères bien définis. Elles sont impropres à l'exportation.

Formes : diverses.

Pépins : 5 et plus.

Pulpe : sa couleur permet de diviser ce groupe en deux catégories :

Les blondes communes et les sanguines communes.

6°) — Les mandarines.

La culture en est petit à petit abandonnée au Maroc, on ne sait trop pourquoi, car le marché français reste abondant.

Les meilleures variétés de mandariniers sont les suivantes :

a) MANDARINES DE BLIDAH : Les fruits sont sphériques, applatis aux pôles. La chair est très parfumée. La maturité a lieu de décembre à janvier.

b) SATSUMA OWARI : Le fruit est remarquable par sa précocité. Il est mûr en octobre, lorsque le tégument est encore vert. Lorsque la peau devient jaune, le fruit devient inconsommable.

c) CAP NARTJE : Le fruit est analogue à la mandarine de Blidah, mais d'un parfum plus subtil. Elle mûrit en janvier.

7°) — Les clémentines.

C'est une variété très cultivée au Maroc. Sa fructification est assez capricieuse, mais elle donne de bons rendements.

Forme : généralement ronde, applatie aux pôles.

Peau : fine.

Pépins : asperme, le plus souvent sans pépin.

Pulpe : très juteuse et très parfumée.

Maturité : octobre. Sa précocité en fait le plus payé des agrumes.

Le clémentinier est très sensible aux facteurs climatiques. Les pluies et les vents froids à l'époque de la floraison lui sont particulièrement nuisibles. Au Maroc, lorsqu'il est planté dans des conditions favorables, il commence à donner une petite récolte trois ans après sa plantation et dès la cinquième année, il arrive à produire 60 à 70 kilogrammes par arbre. A partir de la sixième ou de la septième année, la production atteint fréquemment 100 kilogrammes et même davantage par arbre.

8°) — Les citronniers.

La nomenclature des variétés de citronniers est assez confuse.

a) CITRONNIER EUREKA : C'est une variété américaine qui a rencontré un grand succès auprès des agrumiculteurs. Le fruit est moyen, très juteux et très acide. Naissant aux extrémités de l'arbre, il est très sensible à l'action du vent.

b) CITRONNIER LUNARI ou de Sicile : Très faible acidité, donne, en hiver, des fruits de taille et de poids différents.

c) CITRONNIER MEYER : C'est une variété qui peut produire très tôt, ou très tard, suivant la taille de fructification. C'est un arbre nain, donnant de petits fruits très acides, de couleur jaune orangé à maturité.

d) CITRONNIER VERNIA OU BERNIA : Cette variété produit en été. On cueille, alors, des citrons de printemps qui sont restés sur l'arbre, où ils se sont parfaitement conservés. Si l'on tarde à les cueillir, ils peuvent tenir jusqu'en juin, ils deviennent énormes et sont impropres à la consommation.

En général, le marché étant saturé de fruits en mars-avril, on aura intérêt à planter des variétés précoces ou tardives. Actuellement la variété Eureka a une grande faveur parmi les agrumiculteurs.

9°) — Les pomelos

Le pomelo, ou grape-fruit, nous vient d'Amérique, où il est surtout employé dans la fabrication des jus de fruits.

Une seule variété : Marsh-Seedless, est seule cultivée. Les fruits sont applatis, sans pépin, à goût légèrement amer. D'une fécondité prodigieuse, poussant dans tout le Maroc, les plantations devraient être plus développées.

Les jardins de la Mamounia à Marrakech

Vue d'une jeune plantation à Marrakech
(D. D. V.)

10°) — Agrumes d'intérêt secondaire.

a) TANGELOS : Ce sont des hybrides de mandariniers et de pomelos, qui sont moins amers que ces derniers. Il serait d'un intérêt certain de les cultiver, si l'industrie des jus de fruit se développait.

Les variétés à signaler sont les suivantes :

La Sampson, qui donne 44 % de jus ; la Wakiwa, qui donne 43 % de jus et la San Jacinto, qui donne 40 % de jus.

11°) — Variétés indigènes.

ZEGZEL : En général, on trouve, sous cette dénomition, les oranges blondes indigènes qui ne peuvent être exportées, à cause de leur hétérogénéité.

Les principaux types sont : Morlotte, Aziza, Takerboust, Berkane, Zoumi, Taghzirt, Abou bou Adel, etc...

III — EXIGENCES DES AGRUMES

A — CLIMAT.

1°) — Altitude.

Il est nécessaire que la température ne descende pas au-dessous de 4°, encore ne faut-il pas qu'une telle température soit habituelle. Cette température, limite, au Maroc, les possibilités de culture, du moins les cultures commercialement rentables. Les gelées interdisent toutes plantations, aussi ne doit-on pas planter au-dessus de 600 mètres. Il existe des orangers à 700, 900 et même 1.000 mètres, particulièrement dans le Grand Atlas, mais ils produisent uniquement pour la consommation domestique du Planteur. Celui-ci ne peut pas uniquement faire œuvre de botaniste, il cultive les agrumes pour qu'ils rapportent le maximum avec le minimum de frais.

2°) — Régime des vents.

La force et le régime des vents ont une grande importance, car le vent est l'ennemi des arbres jeunes ;

les mandariniers et les clémentiniers y sont très sensibles. Le point critique se situe immédiatement après la plantation, — car l'arbre n'est soutenu que par des radicelles, et le moindre déséquilibre entre la nutrition et l'évaporation, provoqué par un vent violent lui est fatal.

Il y aurait intérêt à planter des brise-vents quelques années à l'avance, et ne commencer la plantation que lorsqu'ils auraient atteint 1 m. 50 de hauteur au minimum. Pendant ce temps le sol pourrait être préparé et amélioré.

Les essences utilisées comme brise-vents sont les suivantes :

a) CUPRESSUS SEMPERVIRENS HORIZONTALIS : (Cyprès horizontal). C'est l'arbre de choix et le plus employé. On le plante en lignes séparées, de 60 à 100 mètres, suivant la fréquence et la force du vent. Les plants sont espacés les uns des autres de 1 m. 50. Ils remplissent leur rôle de protection après quatre ans de plantation.

b) CUPRESSUS SEMPERVIRENS PYRAMIDALIS : Son port est trop compact, il arrête le vent au lieu de le filtrer, ce qui est un inconvénient.

c) TAMARIX ARTICULA : Employé comme brise-vent d'attente. On le plante entre deux lignes de cyprès.

d) SACCHARUM BIFLORUM ou EGYPTIACUM : Ressemble à la Canne de Provence, il donne un abri acceptable dès la seconde année. C'est le meilleur brise-vent d'attente.

e) EUCALYPTUS : Très conseillés en Californie, ils ont été employés au début au Maroc, mais ils sont peu à peu abandonnés, à cause de la prolifération rapide de leurs racines qui se nourrissent aux dépends des végétaux du voisinage. La qualité des brise-vents est très importante pour les arbres. Les Californiens, grands spécialistes de la question, prétendent que des plantations bien protégées, avaient non seulement un rendement supérieur à l'hectare de l'ordre de 20 %, mais

que le pourcentage des fruits de première qualité était également supérieur.

B — SOL ET SOUS-SOL

Les agrumes végètent à peu près dans tous les sols ; mais pour une production industrielle, il est nécessaire de tenir compte de certaines conditions :

1°) — Sol. En général, tous les sols profonds se prêtent à la culture des aurantiacées, par contre les sols peu profonds, reposant sur des bancs rocheux, sur des argiles imperméables, ne leur conviennent guère.

Inversement, les sols trop légers, reposant sur des sous-sols graveleux sont trop drainés, les eaux de pluie ou d'irrigation disparaissent très rapidement, entraînant avec elles les éléments fertilisants du sol.

Les sols les mieux indiqués, sont les sols chauds, bien drainés, sans excès, plutôt légers que lourds.

2°) — Sous-Sol. Le sous-sol a lui-même une très grande importance car les racines y puisent leur nourriture, de plus on ne peut modifier sa nature, d'où l'importance du choix du terrain.

Dans un sous-sol lourd, argileux, mal drainé, l'excès d'eau s'installe rapidement et provoque l'asphyxie des racines et toutes ses conséquences pour l'arbre. Par contre, dans un sous-sol trop graveleux, les arbres souffrent rapidement de la sécheresse, obligeant à des irrigations fréquentes et coûteuses, ce qui entraîne un lessivage du sol et une dépense supplémentaire.

Par ailleurs, les agrumes n'acceptent pas, bien qu'ils y végètent, les sols calcaires. De toute façon, leur rendement est abaissé dans de grandes proportions.

Enfin le sous-sol doit avoir un P H neutre et surtout ne doit pas être salé. Les aurantiacées ne tolèrent, en culture commerciale, plus de 1 gr. de chlorure de sodium par kilogramme de terre sèche.

C — EAU

La question de l'eau est primordiale, car sans eau, nulle plantation n'est possible. Dans les régions du Nord où la pluviométrie est de l'ordre de 5 à 600 millimètres, la question est moins importante, mais comme il ne pleut pas régulièrement, on est obligé d'irriguer.

Dans le Sud, au contraire, seule l'irrigation peut permettre la culture ; il faut irriguer en hiver, et surtout en été.

L'eau de la nappe phréatique n'existe pas partout, mais on la trouve dans divers terrains à des profondeurs très variables.

Bien que les prix de revient des pompages soient meilleur marché si l'eau n'est pas profonde, il ne faut pas qu'elle soit trop près de la surface, car elle asphyxie les racines, et les pourrit. La profondeur minima est de 2 mètres, de plus les agrumes ne tolèrent pas les eaux salées. Il faut que ces eaux ne contiennent pas plus de 0 gr. 5 par litre de NaCl et de 0 gr. 05 de MgCl.

Pour fixer l'ordre de grandeur des quantités d'eau nécessaires annuellement à un hectare d'orangers en production, il faut d'abord déterminer :

La nature du sol.

Le travail du sol, le climat local.

La thermométrie de la saison.

A Marrakech, dans deux propriétés différentes, appartenant à M. Deschazeaux, on a noté les chiffres de 5.000 mètres cubes et 15.000 mètres cubes pour un hectare d'orangers irrigués normalement, pendant une année, soit, de 5 à 15 irrigations de 1.000 mètres cubes.

Ces différences énormes proviennent de la différence de nature du sol, ce qui montre l'importance du choix du terrain.

En conclusion, vue la somme importante qu'il est nécessaire d'investir dans une plantation d'agrumes, il

convient, avant de commencer, de s'adresser à un spécialiste pour faire analyser l'eau, le sol, le sous-sol et de tenir compte du climat moyen du pays où l'on veut s'installer.

Tout ceci ayant été bien déterminé, il ne restera plus qu'à préparer les plants, le terrain, faire les plantations, engager des capitaux importants et attendre quelques années pour pouvoir récolter.

En ce qui concerne les rendements, il n'est pas possible de donner des chiffres précis, mais seulement des extrêmes, et une moyenne. Evidemment, il y a des chiffres record, mais comme dans toutes les professions, il y a des bons et des mauvais arboriculteurs.

Voici brièvement énoncé quelques chiffres :

| Les arbres | Par arbre | Par hectare |
|---|---|---|
| Orangers ..... | 70 à 100 K° | 10 à 25 Tonnes |
| Mandariniers .... | 80 à 100 K° | 12 à 30 Tonnes |
| Citronniers ..... | 50 à 80 K° | 8 à 20 Tonnes |
| Pomélos ..... | 70 à 100 K° | 10 à 25 Tonnes |
| Clémentiniers ..... | 70 à 100 K° | 10 à 25 Tonnes |

DEUXIEME PARTIE

# PHYTOPATHOLOGIE

L'agrumiculture connaît au Maroc, et particulièrement dans le Sud Marocain, un essor remarquable. Cet essor rend plus évidentes certaines nécessités et plus lourdes certaines inquiétudes. Parmi les nombreux soucis qui assaillent l'arboriculteur, la lutte contre les parasites est l'un des plus importants. La multiplication des parasites est directement influencée par différents facteurs, variables suivant les lieux et les espèces. Ce sont: le climat, l'état des arbres, du sol, une trop grande humidité, etc...

Avant toute plantation, le Planteur devra s'assurer que la terre choisie, remplit le maximum de conditions nécessaires. Mais il ne devra jamais perdre de vue, que la défense sanitaire des arbres est pour lui une des conditions majeures de sa réussite.

## LA DEFENSE SANITAIRE
## HYGIENE DE L'ORANGERAIE

Il est une façon d'éviter le parasitisme qui relève autant de la technique culturale que de la thérapeutique. C'est pourquoi, avant d'aborder l'étude de la défense sanitaire proprement dite, nous allons examiner l'importante question de l'hygiène du verger. Une bonne hygiène est à la base d'une bonne production, et de ce fait met l'orangeraie à l'abri de toute invasion parasitaire.

Tout doit être fait pour assurer la meilleure hygiène des arbres.

I — Choisir des conditions de milieu favorables.

II — Inspecter soigneusement les arbres achetés en pépinières pour éviter l'introduction de parasites; au besoin désinfecter au préalable les arbres.

III — Faire des plantations à grands écartements qui assurent une bonne circulation de l'air et qui admettent la lumière, le meilleur désinfectant étant le soleil.

IV — Assurer aux arbres une bonne hygiène alimentaire et utiliser dans ce but des fertilisants appropriés.

V — Adopter une taille rationnelle qui facilite l'aération et supprime les éléments de l'arbre en état de moindre résistance.

VI — Exécuter des labours très fréquents qui détruisent les plantes sauvages, surtout le chiendent et le cyperus, qui sont très difficiles à détruire en cultures irriguées. En terre légère, on les détruit en passant, dès avril, une lame coupante entre les terres, deux ou trois par mois, jusqu'en juillet. En terre lourde, on fait un gros labour, et on relève les mottes pour les exposer à la sécheresse.

VII — Irriguer en temps voulu.

VIII — Eliminer les arbres chétifs qui sont susceptibles d'être rapidement contaminés.

IX — Pratiquer des traitements préventifs, chaulage des troncs et des branches.

X — Désinfecter les blessures dont peut être atteint l'arbre, soit à la suite d'accident, soit à la suite de maladie. On se sert soit d'une bouillie bordelaise à 2 %, soit d'une pâte bordelaise constituée de la façon suivante : sulfate de cuivre, 1 kg. ; chaux, 1 kg. ; eau, 10 litres.

L'ensemble de ces mesures, prises en temps utile, diminue considérablement les risques d'invasion parasitaire et évite ainsi d'avoir recours à des traitements chimiques qui sont toujours très onéreux.

## ACCIDENTS METEOROLOGIQUES

## LESIONS PROVOQUEES AUX FRUITS D'AURANTIACEES PAR L'ACTION MECANIQUE DES VENTS

### I — CAUSES.

Les lésions dont il s'agit sont causées aux fruits soit par le frottement des autres organes de la plante, soit par le choc des particules du sol.

Ces lésions sont graves, car les fruits ne peuvent être vendus qu'à la consommation locale, à un prix moindre.

### A — LESIONS PROVOQUEES PAR FROTTEMENT.

La plupart des lésions paraissent se produire lorsque les fruits n'ont encore que de très faibles dimensions et notamment pendant la période qui suit immédiatement la chute des pièces florales.

Lorsque les fruits sont plus gros, leurs téguments sont plus résistants et la production de blessures est moins fréquente.

Des observations, poursuivies par la Défense des végétaux, ont permis de constater qu'une grande proportion des blessures était provoquée par l'action des feuilles et, à ce sujet, il semble que ce soit le frottement de la face inférieure de la nervure principale qui fréquemment est à la base de la lésion.

### B — PARTICULES DU SOL.

Ces lésions se produisent surtout dans les terrains sablonneux.

### II — NATURE DES LESIONS

La nature et la forme des lésions sont très diverses et varient suivant l'amplitude des mouvements, l'âge du fruit, la vigueur de l'arbre, son état sanitaire.

En général, dans le cas des lésions par frottement, on peut distinguer plusieurs types :

A — tissus cicatriciel, très mince, grisâtre, qui se détache.

B — tissus cicatriciel plus épais, englobant les téguments du fruit qui ne se détache pas.

C — lésions provoquées pendant le frottement, mais dues à des invasions de cryptogames ou à l'éclatement des cellules à essence du fruit.

D — lésions dues à l'action des épines donnant un tissu cicatriciel peu épais et granuleux.

III — DEGATS.

Les lésions produites par l'action du vent, lorsqu'elles sont très apparentes, rendent le fruit impropre à l'exportation, mais n'enlèvent rien à sa saveur, ni à ses possibilités de conservation. Seules les blessures provoquées par les épines, parce que plus profondes, peuvent entraîner la pourriture du fruit.

Des essais faits par la Défense des végétaux à Marrakech, il résulte que 50 à 60 % des lésions étaient dues à des frottements. D'autre part, la quantité de fruits portant des taches subérifiées dont la formation était due à la même cause, était de 30 % ; — 10 % des fruits seulement, avaient une origine due aux piqûres ou aux morsurse d'insectes.

IV — MOYENS DE LUTTE.

A — En premier lieu, lors de la création de la plantation, éliminer les terrains mal abrités.

B — Avant toute plantation et pendant la préparation du terrain, planter au préalable des brise-vents, dirigés perpendiculairement aux vents les plus fréquents.

C — Entretenir l'arbre en état de résistance et en pleine vigueur par des traitements appropriés et par une irrigation suffisante.

## INSOLATION

Le soleil peut occasionner de graves brûlures de l'écorce du tronc ou des branches principales.

I — CAUSES.

Cet accident s'observe dans les plantations négligées, qui ne sont pas régulièrement irriguées et dont les arbres sont mal taillés.

II — NATURE DES BRULURES.

Les brûlures sont faciles à identifier, car elles se trouvent toujours sur la face sud-ouest de l'arbre car c'est vers 5 heures de l'après-midi, au moment où l'arbre est complètement déshydraté, que les cellules épidermiques des écorces sont attaquées par le soleil.

III — TRAITEMENT.

A — PREVENTIF

Tailler l'arbre de façon à ce qu'il ait une forme basse, avec une frondaison formant écran.

B — CURATIF

S'il y a brûlure, il faut immédiatement badigeonner au lait de chaux épais la plaie, après avoir fait un curetage préalable.

## GRELE

La grêle cause de graves dommages, par les nombreuses plaies qu'elle provoque sur toutes les parties de l'arbre. Il y aura lieu de traiter immédiatement les arbres atteints dans leur tronc et dans leurs branches, car ces blessures non soignées, pourraient être le point de départ d'attaques de gommose. Si l'arbre est jeune et si sa charpente est endommagée, on interviendra chirurgicalement jusqu'à ce qu'on ait atteint le bois sain. On badigeonnera les plaies au moyen de la bouillie bordelaise à 2 %.

## MALADIES NON PARASITAIRES

Les principales maladies rencontrées sont les suivantes

Asphyxie des racines,

Maladie de carence ou d'excès,

Chute des jeunes fruits en juin,

Saisonnement et alternance des récoltes.

## ASPHYXIE DES RACINES

I — CAUSES.

L'asphyxie est la conséquence d'une trop grande humidité du sol qui interdit une aération suffisante.

On la constate dans les terres peu perméables, gorgées d'eau, où dans lesquelles le plan d'eau s'est brusquement exhaussé, à la suite de pluies persistantes, ou d'irrigations trop nombreuses.

II — SYMPTOMES.

L'arbre se chlorose et dépérit, et la mort survient peu après.

III — MOYENS DE LUTTE.

Ne pas planter trop profondément.

Drainer le sol.

Dégager le collet de l'arbre.

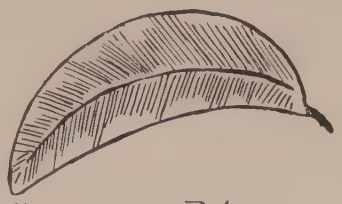
Planter dans les sols perméables.

## MALADIES D'ORIGINE CHIMIQUE
## MALADIES DE CARENCE OU D'EXCES

L'analyse chimique des cendres de végétaux avait montré que dans leur constitution entraient de nombreux corps simples : phosphore, potassium, calcium, sodium, magnésium, silicium, soufre, manganèse, zinc, bore, iode, arsenic, fluor, cuivre, aluminium, nickel, chrome, cobalt, etc...

# Les principaux Symptômes de Déficience Schématisés

**Excès de sel**
(Enroulement de la pointe qui brunit)



**Manque de Potasse**
(Taches décolorées sur les bords, feuilles Jaunâtres)

**Manque de Phosphate**
(feuilles brunes, croissance arrêtée)

**Feuille normale**

**Manque de Cuivre**
(Grandes feuilles à la base. Rameaux dénudés à petites feuilles jaunes aux extrémités)

**Manque d'azote**
(Nervures claires, feuilles petites et jaunes)

**Manque de Chaux**
(décoloration entre les nervures principales qui sont accentuées)

**Manque de Manganèse**
(Décoloration entre toutes les nervures)

**Manque de Magnesium**
(Pointe vert foncé)

**Psorose**
(début ; taches décolorées)

**Mauvaise culture**
(Ilots décolorés)

Des données relativement récentes ont démontré qu'en dehors des principaux éléments de constitution du tissu végétal, de nombreux autres corps chimiques, communs à beaucoup de plantes, spéciaux à d'autres, sont indispensables à la vie du végétal, par quantités infimes et servent vraisemblablement à l'élaboration dans la plante, de productions semblables à celles de glandes à sécrétion interne chez les animaux supérieurs.

On les appelle : « OLIGO - ELEMENTS » (G. Bertrand).

Si l'un de ces corps fait défaut, ou si l'arbre ne peut se l'assimiler, il s'ensuit une série de manifestations pathologiques.

De même, si d'autres corps sont en excès, d'une façon massive, ou même infinitésimale, cela déclanche de proche en proche des troubles plus ou moins marqués, qui relèvent également de l'action de ces infiniments petits chimiques.

Nous nous proposons, ici, de passer en revue les mieux étudiés et les plus connus de ces OLIGO-ELEMENTS, dans le cadre de la pathologie propre aux agrumes.

I — LE FER

Il se porte de préférence dans les parties de la plante où l'activité est maximum : embryons et feuilles.

Le fer est indispensable à la formation de chlorophylle bien que ne faisant pas partie de sa mollécule et joue un rôle de transporteur d'oxygène, dans les phénomènes d'oxydation cellulaire. Son action serait d'ordre plastique et catalytique. Les chloroses ferriques sont connues depuis fort longtemps. Elle peuvent même s'observer dans les sols riches en fer, surtout s'il s'agit de sols calcaires, car le fer existe dans les terres arables, sous forme de composés insolubles et inassimilables, le carbonate de chaux, lui-même, provoque cette insolubilisation.

Traitement :

A — Forage de trous dans le tronc avec introduction d'un sel de fer (1 kg. de sulfate de fer par arbre).

B — Pulvérisation de sulfate de fer, en solution à 0,2 %, en faisant attention au feuillage, en raison de la légère acidité.

C — Epandage de sulfate de fer.

## II — LE MAGNESIUM

Le magnésium fait partie intégrante de la chlorophylle à raison d'un atome de magnésium par molécule de chlorophylle. Il est donc indispensable à la vie des végétaux verts. Des cultures de plantes en solution nutritive avec des teneurs variables en magnésium, ont permis de noter un rapport direct entre la quantité de chlorophylle produite dans les tissus, et la teneur du milieu magnésium, du moins pour certaines concentrations.

De plus, on a remarqué que les sols décalcifiés réagissent le mieux aux apports de magnésium.

Traitement :

Par l'addition d'engrais magnésiens. On incorpore au sol 500 à 1.000 kgs de calcaire dolomitique par hectare.

## III — LE SODIUM

Le sodium est un dangereux ennemi des agrumes dans nos pays, car certaines eaux et certains sols en renferment en quantité, surtout le littoral ; la région de Marrakech ne connaît pas ce grave inconvénient.

Le sodium se rencontre sous la forme de chlorure de sodium (Na) et provoque une chorose qui peut-être mortelle, si l'on n'y remédie pas. Le taux maximum de chlorure de sodium est de 1 gramme par kilogramme de terre. A dose toxique, il provoque chez la plante un déchiquettement des feuilles et un dessèchement de la plante.

Foliocellosis sur rameau d'oranger
(R. F. O.)

Traitement :

Il est purement palliatif, il faudra s'abstenir de planter dans des sols où la teneur en sodium est trop élevée.

## IV — LE CALCIUM

Il faut que le sol de l'orangeraie soit riche en calcium, car en son absence, les arbres fixent deux autres bases : le potassium et le sodium, qui provoquent des symptômes divers : chlorose des nervures, dessèchement des brindilles et des feuilles par les extrêmités. Quelquefois le manque de calcium peut apparaître en sols normalement pourvus comme conséquence de l'absence du catalyseur indispensable qui est le zinc.

L'excès de calcium provoquerait la formation d'incrustations calcaires sur les racines.

Traitement :

Apport de calcium par les engrais calciques qui sont très répandus dans le commerce.

## V — LE POTASSIUM

La carence en potassium détermine une diminution de la production et une chlorose des feuilles qui bronzent et qui se dessèchent à leur extrêmité. Sur le tronc, on note l'apparition de gommose.

Par contre l'excès de potassium ralentit l'absorption du calcaire, car les plantes ont tendance à fixer plus facilement le potassium que le calcaire et entraîne les inconvénients de la carence en calcium.

Traitement :

Addition d'engrais au sulfate de potasse, dans les cas de carence.

## VI — LE ZINC

L'absence de zinc est révélée par une maladie caractéristique que l'on appelle : « Foliocellosis ».

Les feuilles portent des taches parallèles aux nervures secondaires, leur développement est incomplet, de même les fruits qui sont sur les branches atteintes de la sorte restent petits, acides. Toute la végétation d'un arbre atteint peut-être entièrement arrêtée. La cause de tout ceci est l'absence de zinc, qui empêche l'arbre de fixer le calcium.

Traitement :

Si le chaulage donne quelquefois des résultats appréciables, le traitement de choix reste l'apport de zinc.

On emploie, en pulvérisation une suspension aqueuse à 0,5 % d'oxyde de zinc, ou encore une bouillie composée de la façon suivante :

Sulfate de zinc, 1 kg., chaux (quantité suffisante pour neutraliser), eau, 100 litres.

On obtient des résultats remarquables.

## VII — LE CUIVRE

Le cuivre existe dans tous les végétaux. Sa présence est nécessaire à la vie de la plante. Certaines chloroses guéries par le fer ne peuvent l'être qu'à la condition que celui-ci soit accompagné de cuivre agissant comme catalyseur. Mais il ne faut pas oublier que le cuivre rend sensible la plante à l'égard de l'acide cyanhydrique, ce qui est un inconvénient majeur.

## VIII — LE MANGANESE

Le manganèse se trouve dans les plantes, surtout dans les organes reproducteurs, fleurs et graines et dans les feuilles. On attribue au maganèse une action capitale surtout dans la formation des diastases oxydantes. Ces diastases agissent dans les cellules sous la forme de catalyseurs dans les transformations chimiques qui s'y produisent.

L'absence de manganèse se manifeste surtout en sols neutres ou faiblement alcalins. Elle se traduit par des chloroses spéciales : les feuilles présentent des pana-

chures semblables à celles que provoquent les excès de chlorures et jaunissent.

Traitement :

On fait des épandages ou des pulvérisations de sulfate de manganèse à 2 %.

## IX — LE SOUFRE

Le soufre existe dans ies plantes en quantités très importantes. Il favorise la nitrification en intensifiant la vie microbienne et mobilise au profit de la plante, le fer, le magnésium, le manganèse, qui se trouvent dans le sol.

Traitement :

On ajoute des engrais qui apportent du soufre, tels le sulfate d'ammoniaque, le superphosphate, le sulfate de potasse. On peut aussi faire des épandages de soufre, sous forme de soufre en fleur, colloïdal ou autre.

## X — L'AZOTE

Le manque excessif d'azote, se traduit par un jaunissement général particulièrement accentué sur les nervures. L'arbre a un bel aspect, mais les fruits ne tiennent pas.

L'excès d'azote provoque un jaunissement des extrémités des feuilles et un appauvrissement général des arbres.

Traitement :

La carence se traite par addition d'engrais azotés.

## XI — L'OXYGENE

L'oxygène est indispensable à tous les organes de la plante. Les organes extérieurs de la plante trouvent dans l'air les quantités d'oxygène nécessaires. Les racines qui ont besoin, aussi, d'oxygène le prennent à diverses sources.

Traitement :

Préventivement par le choix des sols et des eaux ; Curativement, par l'apport d'engrais calciques.

XII — LE BORE

Les carences en bore des agrumeraies ont donné lieu à des observations multiples en Nouvelle-Zélande et en Australie. Elles aboutissent à la production de fruits spongieux et secs. Ces carences n'ont pas encore été signalées au Maroc, peut-être parce qu'elles n'ont pas été dépistées jusqu'ici.

Les inconnues que présentent encore les OLIGOS-ELEMENTS, prouvent qu'il faut réformer en matière de fertilisation les conceptions classiques qui, d'ores et déjà, se révèlent insuffisantes.

En même temps que des engrais, il faut apporter au sol des éléments qui agissant à faible dose, lui sont indispensables. On commence à trouver dans le commerce, des engrais, qui à côté des fertilisants habituels contiennent des éléments catalytiques sous les formes les mieux adaptées au besoin de la plante.

## CHUTE DES JEUNES FRUITS EN JUIN

Un Citrus adulte produit environ, et suivant les années, de 50.000 à 100.000 fleurs qui ne sont pas toutes viables.

Parmi les fruits qui se forment, une bonne proportion tombe après quelques jours, avant d'avoir atteint 1 cm. de diamètre. Les autres se développent, mais subissent une deuxième chute en juin, juillet. Souvent cette chute est normale et correspond à un éclaircissage qui donne plus de vigueur à l'arbre, mais quelquefois elle prend une allure de catastrophe et ne laisse presque pas de récolte. Les navels et les clémentiniers y sont très sensibles.

I — CAUSES

Les causes possibles de la chute de juin restent obscures, mais empiriquement on est arrivé aux conclusions suivantes :

A — Une carence alimentaire au moment de la formation des bourgeons à fruits, ou de la nouaison, ou de la floraison, carence due à un facteur météorologique, la sécheresse probablement. En effet, ce sont les régions les plus sèches et particulièrement le sud du Maroc, qui sont les plus éprouvées.

B — On a aussi remarqué que les chutes de fruits coïncident avec une période de sirocco. Ce vent très chaud, provoque une évaporation rapide des fruits qui se détachent de l'arbre.

II — TRAITEMENT

Il faut en premier lieu bien entretenir l'arbre, lui donner une fumure en temps utile et procéder en automne et en hiver à des irrigations conséquentes ; procéder aux traitements culturaux normaux, de façon à le préparer à se défendre tout seul.

Contre le sirocco, il faut avoir choisi pour la plantation un sol léger qui permettra aux racines de se développer et facilitera la formation d'un chevelu extrêmement abondant assurant à l'arbre la possibilité de récupérer les énormes pertes d'eau qu'il subit.

Si ces divers soins ne suppriment pas complètement la chute des fruits en juin, ils l'atténueront dans de grandes proportions. Les frais qu'ils occasionneront seront toujours très largement récupérés, même s'il n'y a pas de chute, car ils permettront à l'arbre de se développer et de produire dans de bonnes conditions.

## SAISONNEMENT OU ALTERNANCE DES RECOLTES

Lorsque l'arbre est dans un mauvais état physiologique, on constate que tous les 2 ou 3 ans, il produit une récolte abondante, à laquelle succèdent des périodes d'infertilité.

I — CAUSES

C'est une loi de la nature, l'instinct de conservation de l'espèce qui pousse les êtres chétifs à se reproduire. Un arbre affaibli à tendance à se couvrir de fruits, et, si les conditions atmosphériques sont bonnes, la récolte peut tenir. Il mobilise toutes ses ressources pour maintenir sa production aux dépens de sa vie future. Epuisé par cet effort, il mettra des années à récupérer, mais cette irrégularité dans la production finira par l'amoindrir et il arrivera qu'il ne pourra même plus supporter les années d'abondance.

Le Planteur aura donc intérêt à régulariser la production de ses arbres, les récoltes surabondantes ne payant pas, car elles sont rarement de bonne qualité.

II — TRAITEMENT

Différents remèdes peuvent être mis en œuvre.

A — Une nourriture copieuse de l'arbre s'impose. La fumure constitue le meilleur remède préventif.

B — La taille est primordiale. Il faut tailler avant la grosse récolte et supprimer tous les fruits qui sont en trop, car la cause profonde du saisonnement est un excès de production. La date habituelle de la taille de l'oranger ne permet pas de se rendre compte de l'importance de la récolte. On sera donc amené à faire une taille rectificative en juin. Cette opération portera sur des branchettes seulement.

En somme, tous les soins qui mettent l'arbre dans de bonnes conditions de production combattent le saisonnement.

## MALADIES CRYPTOGAMIQUES

Les maladies cryptogamiques sont très répandues dans le Sud Marocain et font de nombreux dégâts.

Nous examinerons successivement :

La pourriture des racines d'agrumes,

La gommose parasitaire,

L'anthracnose,
La psorose ou écorce écailleuse,
Le mal secco,
La fumagine,
La pourriture des fruits.

## LA POURRITURE DES RACINES D'AGRUMES OU POURRIDIE

### I. — CAUSE

Les orangers plantés en terre argileuse compactes et humides, sont exposés à cette maladie, par suite de l'excès d'humidité du sous-sol, qui est favorable à la prolifération de divers champignons qui sont la cause de la maladie.

Ces champignons : Armillaria Mellea, Dematophora Necatrix, Rhizetonia violacea, s'introduisent dans les racines entre l'écorce et le bois, à la faveur des plaies. Ils envahissent toute la zone cambiale arrêtant le flux de la sève ; l'arbre périt par inanition.

### II. — SYMPTOMES

A) — AU-DESSUS DU SOL :

1°) — zone d'écorce molle restant ferme,
2°) — exsudation de gomme,
3°) — dessèchement et fendillement de l'écorce.

B) — AU-DESSOUS DU SOL :

1°) — zone morte restant ferme,
2°) — gomme dissoute dans l'eau du sol,
3°) — pénétration d'organismes secondaires qui tuent et décolorent le bois,
4°) — les lésions s'étendent et produisent la forme de la maladie appelée « pourriture du pied ».

### III — MOYENS DE LUTTE PREVENTIVE

A) — On ne doit faire de plantation que dans une terre franche, profonde, à sous-sol perméable et contenant environ 40 % de sable.

B) — On doit défoncer au moins à 60 centimètres de profondeur.

C) — On doit greffer sur des porte-greffes résistants, sur le bigaradier de préférence.

D) — On doit fertiliser le sol par des cultures de couverture : légumineuses que l'on enterre lorsqu'elles sont encore vertes, vesces, soja.

E) — On doit irriguer au minimum.

F) — On doit pulvériser le tronc et les racines latérales avec une poudre très fine composée de sulfate de zinc, de sulfate de cuivre et de chaux dans la proportion de 4 — 1 — 4.

G) — On doit faire une solution avec cette poudre et badigeonner l'arbre.

IV — MOYENS CURATIFS

A) — On combat la maladie par un drainage approprié. On doit défoncer le terrain entre les arbres, jusqu'à 60 centimètres de profondeur, en longueur une année, en largeur l'année suivante.

B) — On doit découvrir les racines et couper celles qui sont endommagées ou qui se chevauchent et désinfecter avec une solution aqueuse de permanganate de potassium à 2 %.

C) — On doit isoler par un billon le pied de l'arbre de façon que, lors des irrigations, l'eau n'inonde pas le cercle du billon.

D) — On doit fertiliser le sol avec des engrais : nitrates, phosphates et superphosphates.

## LA GOMMOSE PARASITAIRE DES AURANTIACEES

La gommose parasitaire des aurantiacées, connue en Italie sous le nom de « Mal di Gomma », dans les pays de langue anglaise, sous le nom de « Gummosis », ou de « Foot Rot », est aussi désignée sous le nom de « Chancre du Collet » et de « Mildiou des Aurantiacées ».

Gommose du tronc sur oranger
(D. D. V.)

Tache de gomme sur feuille d'oranger
observée à Marrakech

(R. F. O.)

## I — LE CHAMPIGNON

Au Maroc, cette maladie est provoquée par un champignon « PHYTOPHTORA PARASICA DASTUR » PERONOSPORINEES. Les Péronosporinées constituent une classe de champignons hétérogames, c'est-à-dire, de champignons dont les œufs résultent de l'union de deux gamètes inégaux.

Ils se développent dans les parenchymes des Phanérogames vivantes, en y provoquant des maladies extrêmement graves, à extension souvent rapide. Telle est la gommose parasitaire des aurantiacées.

D'autres champignons : Diplodia, Botrytis, peuvent produire des lésions analogues, mais ils n'ont pas été rencontrés au Maroc.

Il y a lieu de signaler une opinion émise par M. A. Conceicao, Ingénieur, Professeur de Citrotechnie, Directeur de l'Institut de Recherches Agricoles de l'Université de Tucuman (République Argentine). La gommose, d'après lui, n'est pas une maladie, mais le résultat d'affections qui peuvent être diverses. Elle est l'effet, mais non la cause et son développement serait dû à l'ambiance, plutôt qu'à la contagion. Il croit que la gommose est due à la réaction des plantes aux blessures, à la fumure incomplète, aux parasites végétaux.

## II — SYMPTOMES DE LA MALADIE

Les lésions peuvent se trouver sur les troncs, sur le collet, sur les grosses branches et sur les fruits.

La maladie se manifeste par une altération de l'écorce qui devient brunâtre ; les taches se développent et laissent exsuder de la gomme. A leur place, l'écorce paraît morte ; les écoulements sont visibles en été, mais l'eau de pluie, en hiver, les fait disparaître. Ils se font par des fentes verticales à l'endroit où l'écorce est tuée.

L'attaque commence presque toujours au collet, elle se développe à la surface de l'écorce, et aussi vers l'intérieur, allant même jusqu'au bois. L'écorce finit par

se putréfier. Dans la portion de tronc attaqué, les vaisseaux libériens et cribleux sont obstrués, la sève ne peut plus circuler. La partie de l'arbre correspondante s'anémie, les feuilles jaunissent et tombent. L'arbre diminue ses possibilités de rendement.

Les fruits peuvent aussi être attaqués. L'attaque commence par une petite tache brune, qui envahit tout le fruit et le rend inconsommable.

## III — DEVELOPPEMENT ET PROPAGATION DE LA MALADIE

Le Phytospora parasica se multiplie par conidies et par œufs. Les conidies se forment à l'extérieur de la plante, les œufs à l'intérieur. Le thalle de ce champignon se divise en filaments fructifères qui sortent de la plante par les stomates et isolent une conidie qui à son tour donnera des zoospores. La conidie ainsi transformée est dite zoosporange. Après quelque temps de vie libre, les zoospores se posent sur la plante, pénètrent par un stomate et forment un nouveau mycélium, qui se ramifie en un nouveau thalle.

La production de zoospores est liée à des conditions d'humidité. Elle a donc lieu à la faveur de l'immersion prolongée, de la pluie, de la rosée, du brouillard. Elle exige aussi une vive lumière.

La formation de l'œuf résulte de l'union de deux gamétanges captifs, qui sont inégaux. La reproduction est donc ici hétérogamique. Elle est fonction de certaines conditions extérieures d'humidité. Elle se fait soit directement, l'œuf éclate donnant un mycelium qui se ramifie en thalle, soit par l'intermédiaire d'un zoosporange, ce qui s'observe quand l'œuf tombe dans l'eau. Il germe en un tube court qui donne des zoosporanges, formant à leur tour des zoospores.

On a remarqué qu'une température du sol comprise entre 25 et 30° était un élément favorable à la propagation de la maladie.

## IV — IMPORTANCE DES DEGATS

L'arbre commence à être attaqué en un seul endroit. S'il n'est pas soigné, les lésions se développent, les vaisseaux finissent par être complètement obstrués, la sève ne circule plus et l'arbre meurt.

Pour les fruits, le dernier stade de la maladie est la pourriture.

Si dans une plantation, les premiers arbres attaqués ne sont pas soignés, la maladie s'étend, peut les atteindre tous et causer leur mort.

M. Conceicao a remarqué que souvent la gommose était localisée près de l'endroit où a été effectuée la greffe. Il en conclut que c'était là une conséquence de l'enkystement des bords de l'écusson.

## V — MOYENS DE LUTTE

La gommose est une maladie à développement lent. Malgré cela on a intérêt à traiter les arbres au début de la maladie.

### A — MOYENS PREVENTIFS

1°) — Emploi de variétés résistantes.

On a intérêt, pour greffer les orangers, à se servir d'espèces résistantes à la gommose.

Au Maroc, on se sert du TRIPTERA (Citrus trifoliata), et surtout du BIGARADIER (Citrus bigaradier). En employant ces porte-greffes, le tronc ne sera pas attaqué, et comme la maladie débute, en général, par le collet, l'arbre ne sera pas contaminé.

On a donc intérêt à pratiquer la greffe assez haut. Il y a évidemment des exceptions. Mais dans le cas où le porte-greffe est attaqué, la maladie sera facilement curable.

2°) — Méthodes culturales.

Comme nous l'avons vu, la gommose est favorisée, lorsque le tronc de l'arbre est au contact de l'humidité.

Il faut donc s'abstenir d'amener l'eau d'irrigation au pied même de l'arbre. L'irrigation doit être pratiquée dans les sillons, à un mètre des pieds de l'arbre.

Il faut éviter avec soin l'abus d'engrais azotés et ne jamais négliger les engrais phosphatés.

B — MOYENS CURATIFS

Un seul moyen, l'intervention chirurgicale, qui seule empêchera la maladie de s'étendre.

1°) — Intervention sur les racines.

Si les orangers ou les citronniers ont été plantés francs, ou s'ils ont été greffés sur cédratiers, la gommose peut atteindre les racines.

Après avoir mis à nu les racines, il faudra enlever les parties malades. La terre, en contact avec ces racines, sera mélangée avec de la chaux vive, et jetée loin des arbres.

2°) — Intervention sur les parties aériennes.

M. Conceicao signale que lorsque ces interventions sont nécessaires, il y a lieu de tenir compte des observations du biologiste hindou : Sir Jagadis Chunder Bose. Ce savant a prouvé que, contrairement à la théorie généralement admise, le transport de la sève brute et de la sève élaborée, se fait dans les régions proches de l'écorce.

On voit des arbres, dont l'intérieur du tronc est complètement vide, continuer à vivre, à fleurir, à fructifier.

Les opérations chirurgicales, quelque profondes qu'elles soient, ne présentent, donc, aucun danger.

Après avoir aseptisé les outils dans un bain de formol, on déchausse l'arbre jusqu'à la naissance du collet, on enlève les plaques d'écorce brunie, en creusant jusqu'au bois, dont on enlève également toute la partie brunie. Il faudra également enlever l'écorce qui entoure la lésion et creuser dans les tissus sains, de façon à détruire, non seulement la zone infectée par

le champignon, mais, en outre, sa zone de multiplication.

Le curetage fait, M. Conceicao préconise de badigeonner la plaie avec la solution suivante :

| | |
|---|---|
| Bichlorure de Mercure ..... | 1 gr. |
| Eau ..... | 1.000 gr. |

et lorsque la lésion est cicatrisée, et l'écoulement tari, de mettre l'onguent suivant sur la plaie :

| | |
|---|---|
| Colophane ..... | 100 gr. |
| Poix blanche ..... | 50 gr. |
| Cire jaune ..... | 80 gr. |
| Suif de mouton ..... | 30 gr. |
| Essence de thérébentine ..... | 1.000 gr. |

Au Maroc, on n'emploie pas les mêmes produits.

On badigeonne la plaie avec une bouillie cuprique dont la composition est la suivante :

| | |
|---|---|
| Sulfate de cuivre ..... | 5 kgs |
| Chaux vive ..... | 10 kgs |
| Eau ..... | 50 Lit. |

Cette solution détermine généralement une abondante secrétion de gomme, que l'on laisse en place, pour se rendre compte si la plaie se cicatrise. Dès que la cicatrisation est consommée, on badigeonne avec de l'asphalte ou du goudron de houille, ou encore avec de la poix de cordonnier.

3°) — Greffe en pont.

Si l'intervention chirurgicale a été trop profonde et si la majorité des vaisseaux a été détruite, l'arbre peut mourir d'épuisement ; on peut le sauver en faisant une greffe en pont. On plante au pied de l'arbre plusieurs jeunes bigaradiers et on greffe leur tête au-dessus de la partie malade.

## VI — SOINS CULTURAUX DES VERGERS SUJETS A LA GOMMOSE

### A) — SOINS POST-OPERATOIRES

S'assurer, en cas de récidive de la maladie, que les couches d'onguent sont en excellent état.

## B) — ENTRETIEN DES PLANTATIONS

1°) — La terre doit avoir un P. H. de 6,5 à 7, sinon il serait possible de le corriger, par addition d'engrais acides pour procurer une diminution du P. H., et par l'addition de scories ou de nitrates pour l'augmenter.

2°) — Faire analyser le sol et essayer par des amendements à le rendre bon pour les aurantiacées.

D'après les résultats d'analyses faites par la « Estacion Najanrera de Levante » de Valencia (Espagne), il résulte qu'au point de vue chimique les bonnes et les mauvaises terres se différencient de la façon suivante :

| Analyse chimique 0/00 | bonnes terres | mauvaises terres |
|---|---|---|
| Azote (N2) | 0,250 | 0,920 |
| Acide phosphorique assimilable (P205) | 0,535 | 0,081 |
| Potasse d'échange (K20) | 0,138 | 0,108 |
| Chaux (CaO) | 2,480 | 393,120 |

L'acide phosphorique assimilable a été déterminé suivant les méthodes de Sigmond et la potasse par celles de Volk et Trong.

3°) — Employer les engrais phosphatés, réduire les engrais azotés, employer de l'engrais vert.

4°) — Modérer les irrigations et faire des digues autour de l'arbre, si l'on opère par immersion.

5°) — Empêcher les animaux de rentrer dans les vergers, les ouvriers de monter sur l'arbre au moment de la cueillette. Tailler les branches ayant un point de contact avec le sol.

En résumé, il faudra surveiller de très près l'état sanitaire du verger et faire tous travaux de culture à temps.

## LA PSOROSE OU ECORCE CAILLEUSE

Au Maroc, et particulièrement dans le Sud, une grande quantité d'arbres sont atteints par cette maladie qui a une évolution lente mais inexorable.

C'est en Californie, en 1930, que Fawcett découvrit l'existence de cette maladie.

### I — SYMPTOMES ET FORMES DIFFERENTES

Grâce à une série de recherches récentes on a pu établir que certaines maladies que l'on croyait dues à des virus différents, étaient de même nature, et pouvaient être rattachées à la psorose commune ou « Scaly Back ».

Ces différentes affections sont les suivantes :

#### A — LA PSOROSE A

Ou Psorose commune, qui est le cas le plus fréquemment rencontré et le plus dangereux. On peut distinguer suivant l'importance de l'attaque trois phases dans le développement de la maladie : la première pendant laquelle seul le tronc est attaqué, les lésions n'envahissent que l'écorce, (l'attaque est encore bénigne) ; la deuxième lorsque les feuilles sont attaquées et se recouvrent alors, principalement entre les nervures, de petites pustules claires, allongées et étroites, (la maladie est en pleine évolution), la troisième lorsque l'arbre commence à dépérir rapidement, (la maladie l'a complètement attaqué).

#### B) — LA PSOROSE B

C'est une forme très virulente, mais peu fréquente. En plus des attaques notées dans Psorose A, elle provoque l'apparition de cloques sur le feuillage, sur les fruits et sur les branches.

#### C — LA GOMMOSE CONCAVE

A l'emplacement des lésions de l'écorce, se produisent des exsudats gommeux. Cette forme n'est guère plus grave que la Psorose A.

D — LA POCKED BLINT

Elle provoque sur les écorces des cavités présentant souvent des bordures convexes et des sécrétions gommeuses.

E — LES CRINCKLY LEAVES

Les feuilles s'enroulent et se recouvrent de boursuflures.

F — LA BIGARRURE

Les feuilles deviennent alternativement jaunes et vertes, et l'écorce est envahie par des lésions comme dans la gommose A.

En général, l'oranger amer et le citronnier sont seuls résistants ; mais, par contre, ces deux espèces, lorsqu'elles ont été contamniées par un greffon psorosé, deviennent porteuses de virus.

II — CAUSES, DEVELOPPEMENT ET PROPAGATION DE LA MALADIE

A — CAUSES

Les travaux de Swingle et Weber, vers 1916, qui se bornèrent à la décrire, furent repris vers 1930 par Fawcett à l'Université de Californie. Fawcett démontra que la psorose est une maladie à virus, transmissible seulement par le contact direct de tissus malades avec des tissus sains, soit au moyen de greffons malades, soit quelquefois par des outils mal désinfectés, ou par le contact souterrain des racines.

B — DEVELOPPEMENT

La période d'incubation de la maladie est généralement longue, et quelquefois il se passe de nombreuses années avant que l'on puisse en faire un diagnostic certain. Seuls, l'apparition de lésions écailleuses, le dépérissement de la frondaison permettent de se prononcer. A ce moment il est trop tard pour intervenir, l'arbre meurt et cette mort est provoquée par un amas de matières gommeuses qui empêche le liquide de circuler dans les vaisseaux de l'intérieur du tronc.

C — PROPAGATION

La psorose se transmet rarement par semis, mais principalement par greffage. Elle affecte les arbres déjà âgés au minimum de cinq ans. Son évolution est en rapport avec certaines conditions climatiques et culturales. Sa fréquence est liée à la quantité de pluie ; les régions les plus humides étant les plus exposées. De plus, si les arbres vigoureux sont au moins aussi exposés que les faibles, certaines espèces sont plus résistantes que d'autres ; ce sont, en général, les variétés d'orangers d'origine américaine, Valencia late, Thomson's navel, Washington navel, qui sont le plus souvent attaquées.

L'expérience semble démontrer que les faits qui sont responsables de l'extension de la maladie sont les suivants :

1° — L'emploi exagéré des variétés américaines.

2° — La taille sans précautions hygiéniques.

3° — La production de nouveaux plants, au moyen de greffons prélevés sur des arbres malades.

III — MOYENS DE LUTTE

A) — LUTTE PREVENTIVE

1° — Choix des plants. Les variétés du type méditerranéen, couramment cultivées en Afrique du Nord, (Portugaise, Valence ordinaire, Maltaise, Mandarinier, Pomelos) sont réfractaires à la maladie.

Les plants choisis, doivent être sélectionnés et rigoureusement sains.

2° — Précaution hygiéniques. Dans l'orangeraie les arbres contaminés devraient être marqués de façon à ce qu'ils ne soient taillés qu'après les arbres sains.

B) — LUTTE CURATIVE

1°) — Grattage. La guérison définitive d'un arbre psorosé, ne pourra être obtenue que lorsque la maladie n'en est encore qu'à ses débuts.

Le traitement employé est uniquement chirurgical. Il faudra intervenir avant que le bois sous-jacent se colore, car arrivé à ce stade l'arbre ne pourra plus être sauvé. Avec un outil tranchant, il faudra d'abord racler la lésion jusqu'à quelques centimètres au delà de ses limites, après quoi, la partie traitée sera recouverte d'une solution à 1 % de permanganate de potasse ou d'un enduit de pâte bordelaise. Cette pâte est préparée de la façon suivante :

Faires dissoudre 5 Kgs 450 de sulfate de cuivre dans 30 litres d'eau. D'autre part, délayer 11 Kgs de chaux dans 30 litres d'eau. Au moment de l'emploi mélanger à quantités égales.

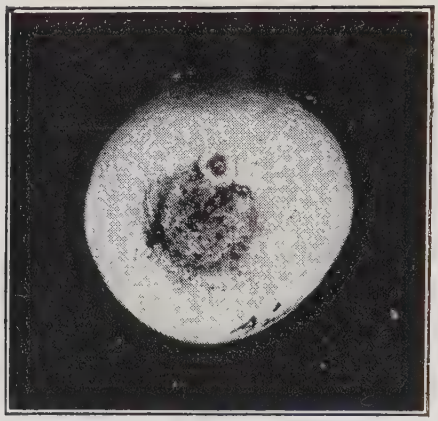
2°) — Procédé chimique.

Ce procédé a été mis au point en Amérique, à la Station Expérimentale de Riverside (Californie), grâce à la découverte des propriétés que possède à ce point de vue le Dinitro - O - Cyclohexylphénol. Le nom commercial sous lequel ce produit est vendu, sous forme d'une solution à 1 % dans le kérosène est « D N 75 ». Son emploi est très dangereux ; s'il est appliqué à trop forte dose, des dégâts graves peuvent être causés à l'arbre, qui peut en périr.

Ce produit est appliqué au pinceau et à la brosse métallique sur l'arbre malade. Si l'application est faite dans de bonnes conditions, le D N 75 détruit les parties atteintes qui tombent d'elles-mêmes, au cours de l'été ou de l'automne suivant. Elle doit être réalisée chaque année dès l'apparition de nouvelles lésions.

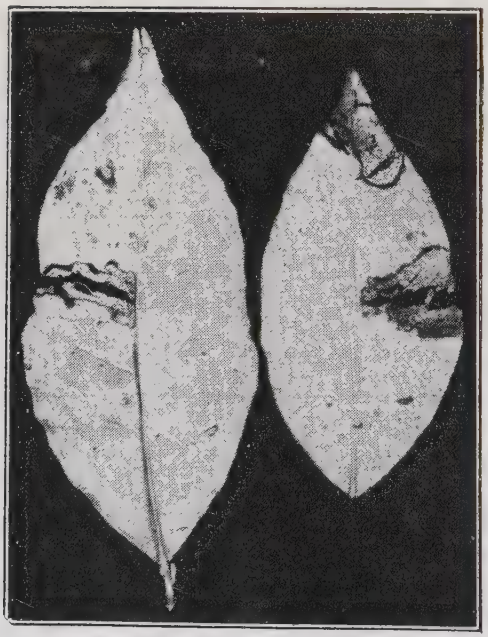
Ce procédé très en faveur en Californie n'est pas encore pratiqué au Maroc.

En somme, ces divers traitements ne sont qu'un palliatif. A un certain stade de la maladie, ce qui est presque toujours le cas quand on arrive à établir un diagnostic exact, elle n'est pas guérissable. Les traitements chirurgicaux et chimiques ne peuvent avoir qu'un effet : ils retardent la mort de l'arbre et lui permettent de ce fait, de conserver sa capacité de production pendant quelques années, jusqu'à vingt ans quelquefois.



Attaque d'anthracnose
sur une navel

(R. F. O.)



Attaque d'anthracnose
sur une feuille de navel

(R. F. O.)

## L'ANTHRACHNOSE DES AURANTIACEES

C'est une maladie qui fait des dégâts peu importants. Toutefois, lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, les dommages peuvent être considérables.

### I — LE CHAMPIGNON

C'est un champignon COLLETROTICHUM GLEOSPORIOIDES (DEUTEROMYCETAE, MELANCONIAE) qui provoque la maladie.

Il s'attaque aux feuilles, aux branches et aux fruits, jamais aux racines.

### II — SYMPTOMES

Les symptômes de cette affection sont les suivants :

A — FEUILLES. Ces symptômes n'apparaissent que sur les feuilles adultes dont les limbes sont envahis par des taches de couleur et de dimensions variables. On n'observe, en général, qu'une tache par feuille. Elles apparaissent colorées en vert pâle, puis deviennent brunes et s'étendent. Les feuilles du même rameau qui ne sont pas infectées, jaunissent au bout de quelques temps, se dessèchent et tombent.

B — RAMEAUX. Les rameaux se dessèchent de l'extrémité vers la base, les feuilles se fanent et pendent, bien avant de tomber. En général, au début de la maladie et sauf dans les attaques graves où les branches sont attaquées, seuls les petits rameaux sont infectés. La couleur différente des parties du rameau malade délimite la partie malade qui est jaune, et la partie encore saine qui est verte. Ces deux zones sont séparées par un bourrelet qui est oblique, par rapport à l'axe du rameau. Cette progression oblique du rameau est une des caractéristiques de la maladie.

C — FRUITS. On observe sur les fruits plusieurs manifestations dépendant de la maladie.

1°) — Taches superficielles. Ces taches n'intéressent que la peau, sont rouge verdâtres au début, et puis tendent à devenir brunes. Les cellules de la peau sont colorées, mais non détruites.

2°) — Taches dures et sèches. Ces taches attaquent, en même temps que la peau, les tissus sous-jacents, qui se colorent en noir jusqu'à une profondeur de 10 m/m.

3°) — Pourriture. Les fruits sont atteints plus gravement et présentent une pourriture molle, qui envahit tout le fruit, qui à la fin de la maladie, est entièrement noir. Les cellules de la pulpe finissent par perdre entièrement leur suc.

## III — DEVELOPPEMENT ET PROPAGATION DE LA MALADIE

### A — DEVELOPPEMENT.

L'organe végétatif de ce champignon est formé de longs filaments microscopiques se propageant dans les tissus de la plante et notamment dans les rameaux, les feuilles et l'écorce du tronc.

Lorsque l'atmosphère est humide, on voit apparaître, sur les taches des feuilles, sur les rameaux desséchés, de petits points noirs brillants, qui forment une excroissance. Ces excroissances sont formées par des coussinets contenant des conidies qui sont les organes reproducteurs du parasite.

### B — PROPAGATION.

Par temps humide, l'épiderme de ces excroissances éclate sous la pression des filaments du champignon, les conidies s'échappent et donnent naissance à des filaments qui sont autant de nouvelles causes de propagation.

Les rameaux morts, dans lesquels le champignon vit en saprophyte, peuvent être aussi, d'une année à l'autre, une cause d'infection.

En général, l'antrachnose n'attaque pas les plantes saines. Elle ne se développe que lorsque la plante est attaquée par d'autres maladies, la gommose, en particulier, et si, d'autre part, elle ne vit pas dans des conditions favorables de milieu. Une nutrition insuffi-

sante, un manque d'eau, les vents trop violents qui dessèchent la plante, la mauvaise qualité du terrain, favorisent aussi le développement du parasite.

## IV — MOYENS DE LUTTE

Le champignon n'attaquant pas les plantes saines, il y aura lieu d'entretenir l'arbre dans de bonnes conditions, mais s'il y a contamination, on n'a pas de moyen spécifique de lutte.

### A — LUTTE CONTRE TOUTE MALADIE

En particulier contre la gommose qui est une cause déterminante.

De même, contre tous les autres parasites animaux qui devront être détruits.

### B — DRAINAGE DU SOL

L'humidité en excès est un agent majeur du développement de la maladie. Il faudra donc drainer le sol.

### C — EMPLOI DES ENGRAIS

Ils serviront à fortifier l'arbre.

### D — INTERVENTION SEVERE SUR LES ARBRES MALADES.

Une taille stricte supprimera toutes les parties atteintes.

Les plaies ainsi provoquées seront désinfectées et mastiquées.

Tous les organes malades, ainsi éliminés, seront ramassés et brûlés.

## MAL SECCO

I — LE CHAMPIGNON

Cette maladie est provoquée par un champignon : DEUTOROPHOMA TRACHEIPHILA PETRI.

On n'a rencontré que quelques cas au Maroc, alors qu'en Sicile, le Mal Secco a anéanti une grande partie des citronniers.

II — SYMPTOMES

Les rameaux se dessèchent, mais au lieu de se localiser sur les petites brindilles, le mal s'étend aux gros rameaux et provoque la mort de l'arbre.

III — MOYENS DE LUTTE

Il faut couper jusqu'au bois sain les parties malades et les détruire aussitôt par le feu.

Faire sur les plaies des badigeonnages à la bouillie bordelaise à 2 %.

## FUMAGINE

I — LE CHAMPIGNON

Cette maladie est causée par un champignon : PLEOSPHAREA CITRI ANA, qui peut attaquer les feuilles des arbres à toute saison.

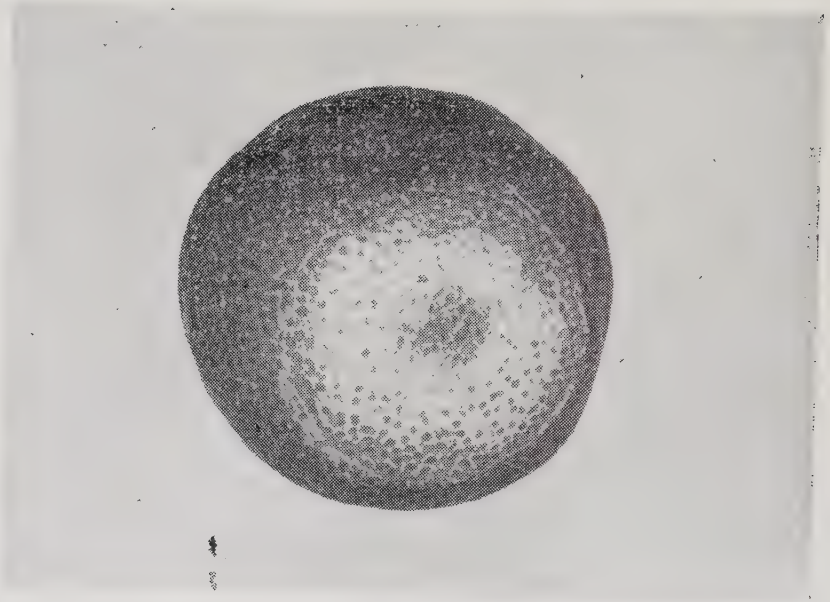
II — SYMPTOMES

Une matière noirâtre recouvre les feuilles, les fruits et les rameaux des arbres atteints. Elle est due au mycellium du champignon qui vit sur les matières sucrées exsudées par les feuilles, les cochenilles ou les pucerons, sans jamais attaquer les tissus végétaux, mais en provoquant une asphyxie des parties recouvertes.

III — MOYENS DE LUTTE

Une bouillie bordelaise à 2 % en a vite raison, mais il faut au préalable détruire les cochenilles et les pucerons.

Attaque de mal secco
sur citronnier de Sicile
(R. F. O.)



Attaque de moisissure verte sur navel

(D. D. V.)

Piqûre d'insecte ayant provoqué un écoulement d'huile, d'où partira une attaque de moisissure

(R. F. O.)

## POURRITURE DES FRUITS

Les agents de pourriture des agrumes sont très nombreux ; l'importance des dégâts et des pertes subies sont appréciables. Ils constituent un des obstacles majeurs pour le transport et la conservation des fruits.

### I — LES CHAMPIGNONS

Ces pourritures sont dues à l'action de champignons qui n'ont pas tous la même virulence.

On rencontre au Maroc :

PHYTOPHTORA PARASICA CAST - PHYTOMYCETES - PERONOSPORACEES. — C'est la pourriture due au mildiou de la gommose.

COLLETRICHUM GLEOSPORIOIDES - DEUTEROMYCETES - MELANCONIACEES. — C'est la pourriture due à l'anthracnose.

ALTENARIA CITRI ELL ET PIERC - DEUTEROMYCETES - DAMATIACEES. — C'est la pourriture due à l'alternaria.

PENECILLUM DIGITATUM SACC. - DEUTEROMYCETES MONILIACEES. — C'est la moisissure bleue.

PENICILLUM DIGITATUM SACC - DEUTEROMYCETES MONILIACEES. — C'est la moisissure verte.

Examinons maintenant le cas de chacune d'elles.

A — POURRITURE DUE AU MILDIOU DE LA GOMMOSE. — Ses dégâts sont peu importants.

B — POURRITURE DUE A L'ANTRACNOSE. — La pourriture due à l'anthracnose ne se réalise totalement chez un fruit que très lentement.

Les dégâts occasionnés ne sont pas très importants, seules des taches parasitaires marquent le fruit, surtout dans les plantations indigènes.

Ces fruits sont impropres à l'exportation.

C — POURRITURE DUE A L'ALTENARIA. — Elle est particulièrement observée sur les navels. En général, ce sont les premiers fruits mûrs qui sont attaqués, ou plutôt les fruits dont l'aspect extérieur fait croire qu'ils sont mûrs. Cette précocité dans la maturité est provoquée, soit par une blessure, soit par un parasite.

1°) — Le parasite. — Le parasite n'est autre que l'Alternaria Citri.

2°) — Dégâts. — Son action débute par le nombril largement ouvert de la navel. C'est là, en effet, que se trouvent réunies les meilleures conditions de végétation pour le parasite dont la pénétration paraît souvent aidée par la présence de cochenilles.

La marque extérieure de l'affection est une petite tache plus ou moins noire, accompagnée quelquefois d'une crevasse qui cache la pénétration des myceliums du champignon, ceux-ci à la longue envahissent la totalité du fruit.

Les dommages dans les plantations ne sont pas très importants, car, en général, l'altenaria ne frappe pas la totalité des arbres, seul un faible pourcentage est atteint.

Il suffit de cueillir les fruits atteints qui sont facilement identifiables.

D — POURRITURES DUES AUX MOISISSURES BLEUES ET VERTES. — Ce sont les plus redoutables ennemis des agrumes.

1°) — Dégâts. — Le fruit se ramollit et sur sa surface apparaissent des taches circulaires, qui prolifèrent rapidement, portant au centre une efflorescence blanc grisâtre, dont le développement suit l'extension du ramollissement jusqu'à couvrir le fruit entier d'une poussière gris verdâtre : c'est la moisissure verte, ou nettement bleutée, c'est alors la moisissure bleue.

2°) — Caractères. — Ces deux moisissures ont des caractères nettement différents :

La moisissure bleue met quinze à dix-huit jours à 20° C. pour envahir le fruit entier, tandis que la moisissure verte met pour commettre les mêmes dégâts quatre à cinq jours seulement.

Cette rapide prolifération lui permet de constituer rapidement sur les tas d'oranges avariées des nuages de poussière verte, qui sont autant de spores en instance de germination infectante.

Lorsque les fruits sont entourés de papier, la moisissure bleue ne colle pas sur le papier, alors que la moisissure verte fait corps avec lui, mais ne le traverse qu'exceptionnellement.

La moisissure bleue attaque elle-même les fruits et s'ouvre un passage, tandis que la moisissure verte ne peut pénétrer dans un fruit absolument indemne de toute blessure et de toute altération.

En général, pour qu'il y ait altération, il faut qu'il y ait blessure. Ces blessures n'ont pas besoin d'être importantes, un coup d'ongle, une égratignure invisible, une piqûre microscopique suffisent.

Les spores s'introduisent dans ces blessures et peuvent facilement s'y développer et donner naissance rapidement à la redoutable moisissure qui envahit tous les tissus internes, pour former à la surface de nouvelles spores, qui à leur tour contamineront d'autres fruits.

D'autres conditions d'une importance moindre toutoutefois se trouvent réunies et peuvent provoquer une attaque.

L'humidité joue un rôle néfaste.

Les températures comprises entre 2° C et 35° C, avec un optimum entre 20° et 25° C, sont propices à la contamination.

Les températures les plus basses constituent au contraire un frein.

La maturité du fruit diminue la résistance aux moisissures.

Avant d'examiner les moyens de lutte, il faut se persuader que le traitement chimique ne peut avoir qu'un rôle secondaire et que le véritable traitement se fait lors de la manipulation des fruits.

III — MOYENS DE LUTTE

A — PROTECTION DES FRUITS

Il s'agit d'éviter les causes de blessures et d'infection.

1°) — Dans la plantation :

Abriter les arbres du vent.

Détruire les fruits pourris.

Eviter de cueillir par temps de pluie, ou quand le fruit est trop chargé en eau.

Eduquer son personnel : lui mettre des gants, ou lui couper les ongles, lui faire couper le pédoncule des fruits très courts, afin d'éviter les blessures par contact.

Ne pas laisser tomber les fruits de haut.

Choisir les caisses de récolte en bois lisse, et ne pas trop les remplir.

Eviter les transbordements multiples de caisses.

2°) — A la station d'emballage :

Il faut prendre les mêmes précautions que lors du séjour à la ferme. Eviter la présence d'un seul fruit pourri qui pourrait, s'il n'est pas détruit, entraîner des conséquences graves ; laver les fruits dans une eau courante, qui entraîne les spores.

Pour les fruits traités à chaud, l'échaudage doit être évité par une surveillance constante. Après traitement, les fruits doivent être soigneusement séchés, manipulés avec des gants, sur des surfaces lisses. Lors de la mise en caisse, il ne faut pas coincer les fruits les uns contre les autres. Ceci provoquerait une secrétion des glandes essentielles, avec écoulement d'huile et la pourriture suivrait.

B — TRAITEMENTS CHIMIQUES

Les traitements chimiques ne sont que le complément des précautions qu'ont prises l'agrumiculteur et l'emballeur. En aucun cas ces traitements ne peuvent se substituer à ces précautions.

Ces traitements se font de différentes façons :
— par voie liquide.
— par voie solide.
— par voie gazeuse.

1°) — Traitement par voie liquide.

a) — A chaud :

L'eau chaude à 45° ou l'eau savonneuse, pourraient suffire, mais on a recours à des solutions de produits chimiques qui sont beaucoup plus actives.

Les températures supportées par les fruits sont assez basses en milieu humide, ce qui empêche la possibilité de détruire tous les spores. Ces températures varient avec le degré de turgescence ; d'un maximum de 49° C, elles peuvent descendre pour les fruits récemment récoltés à 35° C. Il faut donc faire attention, bien noter les températures, l'état des fruits et choisir avec discrimination les solutions employées.

Des essais nombreux poursuivis par l'Inspection de la Défense des Végétaux de Casablanca, ont permis de conseiller la formule suivante :

Solution boriquée de 5 à 8 % composée de :

| | |
|---|---|
| Borax | = 2 parties |
| Acide borique | = 1 partie |

Les fruits doivent être plongés de 2 à 4 minutes dans cette solution.

b) — A froid :

On emploie une des deux solutions suivantes :

Solution de borax à 5 %,

Solution d'acide borique à 4 %.

L'emploi de l'acide borique semble plus avantageux que celui du borax, parce qu'il donne au fruit un brillant et une tenue appréciable. Un trempage de 10 minutes donne une protection d'un mois.

2°) — Traitement par pulvérisation.

On emploie quelquefois le borax ou l'acide borique en pulvérisation, mais ces procédés peu pratiqués à l'heure actuelle donnent pourtant des résultats satisfaisants. L'expérimentation a prouvé que des pulvérisations de 2 minutes donnent une protection de 12 à 20 jours, ce qui est appréciable.

3°) — Traitement par voie gazeuse.

a) — Par fumigation :

On emploie, aux Etats-Unis, le trichlorure d'azote à des doses de 500 mmgrs par mètre cube. Ce procédé donne des résultats très appréciables. La proportion des fruits pourris est réduite de deux tiers, à la condition que le traitement soit renouvelé plusieurs fois de suite. Mais il ne faut pas exagérer car les excès de gaz provoquent souvent des altérations de fruits. Les fruits sont traités trois fois : avant d'arriver à la station d'emballage, avant la mise en caisse, avant l'expédition.

Le gaz pénètre facilement à travers le papier et le bois des caisses. Le trichlorure d'azote s'évaporant facilement, les fruits traités peuvent être consommés sans danger.

Les citrons et les pomélos ne peuvent être traités de la même manière, car ils sont trop sensibles à l'action du trichlorure d'azote. Ce procédé n'a pas encore été employé au Maroc.

b) Par imprégnation des papillottes.

On a essayé d'imprégner les papiers d'emballage des fruits avec des solutions de Diphénylphénol, mais ce procédé a été abandonné.

4°) — Traitements physiques :

Les traitements par réfrigération ont été aussi essayés à une température allant de 5° à 0° C. Mais là aussi des excès de froid déterminent des altérations épidermiques. Les recherches faites aux Etats-Unis et qui ne sont pas encore terminées, tendent à employer un bain mixte unique, composé d'une dispersion de cire émulsionnée dans une solution aqueuse de fongicide qui permettrait le vernissage et la désinfection en une seule fois.

Il reste alors sur le fruit une pellicule fongicide qui assurera une protection ultérieure durable.

En conclusion, nous pourrons dire que le premier responsable de la santé de ses fruits est l'Agrumiculteur. En effet, l'hygiène, la propreté de la plantation et de la station d'emballage font plus pour la santé des fruits et leur bonne conservation que tous les traitements chimiques et physiques actuellement connus.

## PARASITES ANIMAUX DES AGRUMES

Les parasites animaux sont les plus grands ennemis des plantations, particulièrement les cochenilles qui font des dégâts considérables.

Nous étudierons successivement :

Les parasites animaux autres que les insectes, les parasites insectes, les cochenilles, la mouche des fruits.

Le développement des parasites animaux et des insectes est un obstacle au rendement optimum de la plantation. Leur multiplication est conditionnée par divers facteurs : le climat, l'état sanitaire des jeunes plants et celui des plantations voisines.

Nous distinguerons :

I — PARASITES ANIMAUX AUTRES QUE LES INSECTES

A — ESCARGOTS : Helix sp. Mollusques Gastéropodes.

Ils se groupent en grand nombre sur les arbres, où ils s'attaquent aux jeunes pousses et aux fruits. Il faut obligatoirement les ramasser. Pour les détruire au sol, on fait des barrages autour de l'arbre avec du sulfate de fer. On badigeonne aussi le tronc au sulfate de cuivre.

B — ARAIGNEES ROUGES : Trombidium sp. Acariens, Trombidés.

Elles se nourrissent des produits végétaux qu'elles puisent en enfonçant leur rostre dans le tissu des feuilles, particulièrement à la face intérieure du limbe.

On peut prévenir leur apparition par des lavages fréquents à l'eau fraîche ; les œufs sont difficiles à détruire, mais les larves et les adultes sont tués par des pulvérisations de nicotine ou de roténone, additionnées d'un mouillant, ou encore par des pulvérisations d'huile blanche. Ces applications ont lieu au printemps, époque à laquelle l'insecte sort de sa léthargie.

II — PARASITES INSECTES

A — CETOINES : Oxythyrea funesta Pod. Coéloptères. Tropinota crinita. Charp. Coléoptères Scarabéidès.

Ce sont des insectes qui s'attaquent aux fleurs des aurantiacées au printemps, au moment de la floraison. L'insecte force même les boutons pour atteindre l'anneau nectarifère. Elles lèchent le nectar au fond de la fleur, et, avec leurs pattes, blessent les ovaires qui sèchent et tombent. Ceux qui résistent donnent des fruits qui portent des cicatrices, ce qui les déprécie.

Le ramassage est jusqu'ici le seul moyen de lutte.

B — FOURMIS : Tapinoma erraticum latr. Hymenoptères. Formicidès.

Les fourmis cheminent sur les arbres au moment de la floraison, particulièrement sur les arbres malades, parasités par les cochenilles et les pucerons. Quelquefois, elles attaquent même les bourgeons et l'épiderme des jeunes fruits, provoquant des plaies les rendant impropres à la consommation. Dans l'ensemble, elles ne font pas de sérieux dégâts.

On détruit les fourmillères avec des liquides ou des gaz que l'on y introduit, ou en fabriquant des appâts avec le sirop sucré arseniqué à 5 %.

C — CHENILLES.

Les fleurs d'oranger sont attaquées par deux chenilles différentes : la Teigne et la Pyrale.

I°) — LA TEIGNE : Prays citri Mill. Lepidoptères Ypomoncutidés.

Elle ressemble beaucoup à la teigne de l'olivier. C'est à l'état adulte un tout petit papillon, gris argenté moucheté de points gris sombre.

La chenille, très petite également, s'attaque surtout aux fleurs qu'elle détruit en grande quantité. Au printemps, elle secrète un fil soyeux qui agglutine les bou-

tons et dévore les organes floraux. La teigne, pas très répandue dans le sud, se rencontre plus souvent sur le littoral, où l'humidité la favorise.

Le traitement est difficile à réaliser. On le pratique à l'époque de la floraison à l'aide de pulvérisations de poudres roténonées à 0,75 %.

2°) — LA PYRALE : Cryptobables gnidiella Mill, Lepidoptères, Pyralidés.

Cette chenille, qui donne un papillon de couleur grise, dévore l'enveloppe du fruit, principalement dans les régions attaquées par les cochenilles farineuses. Elle creuse de véritables galeries dans le zeste et les tapisse d'un feutrage soyeux.

On leur applique le même traitement qu'aux teignes.

D — PUCERONS : Aphis rumicis L. Hemiptères. Aphidides ou pucerons noirs. Aphis gossypii glow. Hemiptères Aphidides ou pucerons gris. Toxoptera Aurantii Boy. H. Hemiptères Aphidides ou pucerons verts.

Ce sont de petits insectes suceurs de sève. Ils sont pourvus d'un rostre qui leur permet de perforer les tissus et d'atteindre les vaisseaux où ils absorbent la sève nourricière par succion. Ils sont dotés d'une très grande fécondité. Ils pullulent au printemps, et parfois même en hiver. Ils vivent en colonies importantes et envahissent les diverses parties de l'arbre, surtout la face intérieure des feuilles où leurs nombreuses piqûres sont une source de dépérissement.

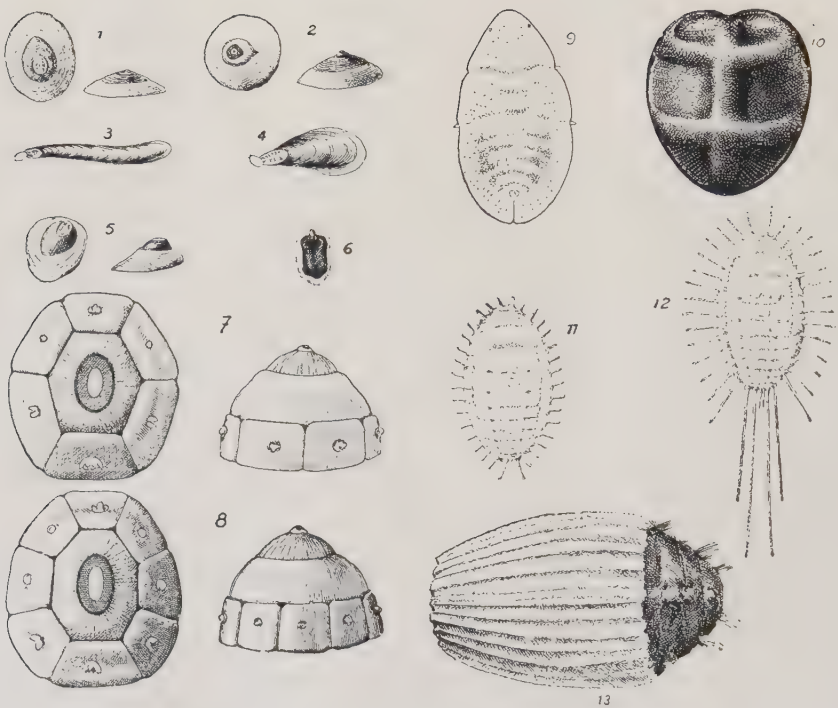
On emploie divers moyens pour les détruire :

1°) Préparations à base de nicotine, vendue sous la forme de jus de tabac titré, de poudre de tabac, de sulfate de nicotine associé ou non avec du soufre ou de la chaux.

2°) Actuellement, il n'y a guère sur le marché que les huiles blanches d'été pulvérisées à 1 % sous 10 kilogrammes de pression.

Attaque cétoine sur fleur d'oranger

(R. F. O.)




1. — **Aspidiotus hederae** Vallot (dos et profil).
2. — **Chrysomphalus dictyospermi** Morg. (dos et profil).
3. — **Lepidosaphes gloverii** Pack (dos).
4. — **Lepidosaphes citricola** Pack (dos).
5. — **Parlatoria oleae** Colvée(dos et profil).
6. — **Parlatoria zizyphi** Luc. (dos).
7. — **Ceroplastes sinensis** del Guer (dos et profil).
8. — **Ceroplastes rusci** L. (dos et profil).
9. — **Coccus hesperidum** L. (dos).
10. — **Saissetia oleae** Bern (dos).
11. — **Pseudococcus citri** Risso (dos).
12. — **Pseudococcus adonidum** L. (dos).
13. — **Icerya Purchasi** Mask (femelle adulte, dos).

(D. D. V.)

3°) Lutte biologique. — Les pucerons ont de nombreux ennemis et surtout les coccinelles qui arrivent à arrêter leur pullulation.

## LES COCHENILLES NUISIBLES AUX AURIANTIACEES

Au Maroc, les cochenilles comptent parmi les parasites les plus nombreux et les plus redoutables des agrumes.

I — L'INSECTE

Les cochenilles ou coccides sont des insectes appartenant à l'ordre des Hémiptères et à la famille des Coccidae.

II — CARACTERES GENERAUX

Leurs caractères principaux sont les suivants :

A — Aspect différent des mâles et des femelles. Seuls, les mâles sont ailés.

B — Ils possèdent tous un rostre puissant qu'ils enfoncent dans l'épaisseur des tissus végétaux et qui leur permet d'épuiser la plante.

C — Ils secrètent par des glandes spéciales, une matière cireuse de protection qui prend l'aspect d'un bouclier, ou quelquefois d'une carapace, formée d'un revêtement cotonneux.

Nous les distinguons, donc, d'après leurs caractères.

### LES COCHENILLES A BOUCLIER

A — CARACTERES.

Elles sont caractérisées par un bouclier cireux appelé « Follicule » qui assure la protection de l'insecte. Le « Follicule » est formé par la superposition de trois enveloppes qui correspondent, la première et la plus petite, à l'état de larve, la seconde à l'état de nymphe, la troisième à l'état d'adulte. Ce « Follicule » varie de coloration et de forme suivant les espèces.

B — ESPECES.

Les principales variétés que l'on a rencontrées au Maroc sont les suivantes :

1°) Aspidiotus Hederae Vallot : attaque surtout les citronniers.

2°) Chrysomphalus Dictyospermi Morg. ou pou rouge.

3°) Lepidosaphes Gloverii Pack ou cochenille serpette.

4°) Lépidosaphes citricola ou cochenille virgule.

5°) Parlatoria Oleae Corvee.

6°) Parlatoria Pergandei Const.

7°) Parlatoria Zizyphi Lucas ou cochenille noire des orangers.

C — MODE DE REPRODUCTION.

Toutes ces espèces se reproduisent le plus souvent par parthénogénèse, c'est-à-dire sans que la femelle soit fécondée par le mâle. Chaque femelle peut pondre, selon les espèces, de 20.000 à 30.000 œufs.

D — DEGATS PAR ESPECES.

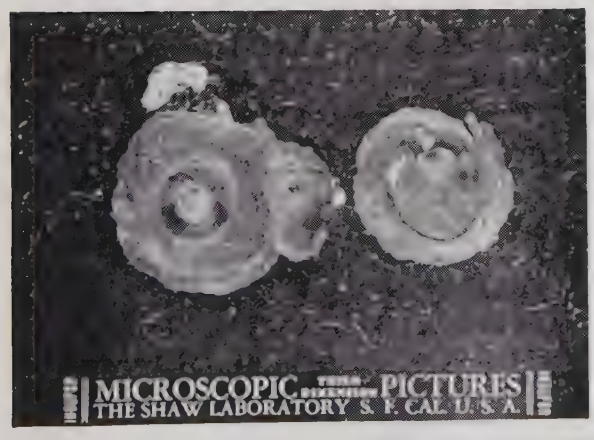
Nous allons examiner en détail, les espèces les plus importantes au point de vue des dégâts qu'elles occasionnent.

1°) — Pou rouge.

a) Caractères : Cette espèce est très répandue dans la région du Sud. Elle se présente sous la forme d'une petite pellicule rouge brique, de 2 mm. environ, qui est fixée dans les tissus de la plante. Elle pond sous le bouclier et dès leur naissance, les jeunes larves soulèvent le couvercle maternel, puis se dispersent sur la plante, pour se fixer à leur tour. Au premier stade, la larve se présente comme un point, au deuxième, elle a un bouclier d'un demi-millimètre, à son complet développement, le bouclier de la femelle, circulaire, porte au centre, les petits boucliers qui abritaient les formes larvaires, le bouclier du mâle est ovale.

Attaque de céroplastes sinensis
sur oranger

(R. F. O.)

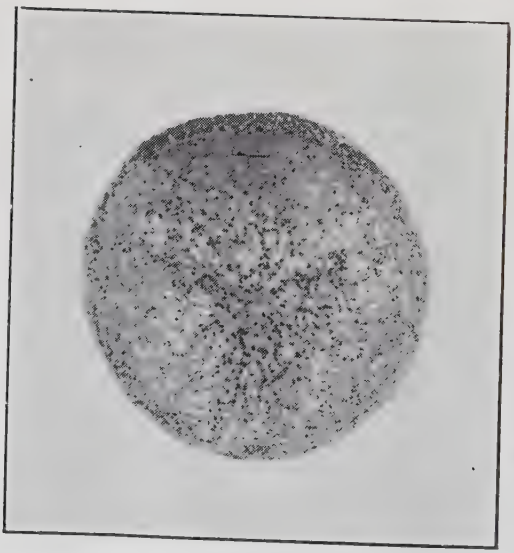



Pou rouge

(D. P. V.)

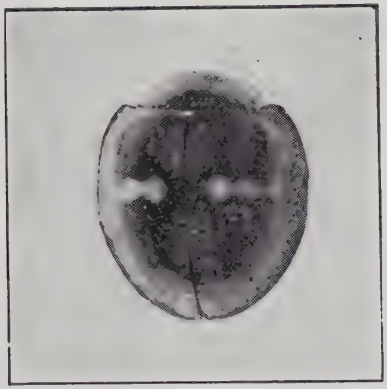
Pou rouge sur rameau

(R. F. O.)

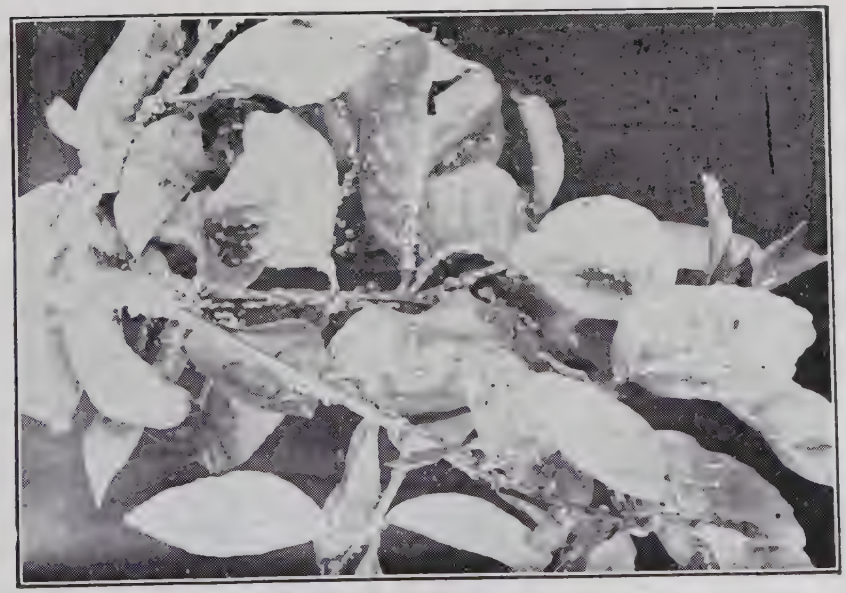


Parlatoria ziziphi sur navel

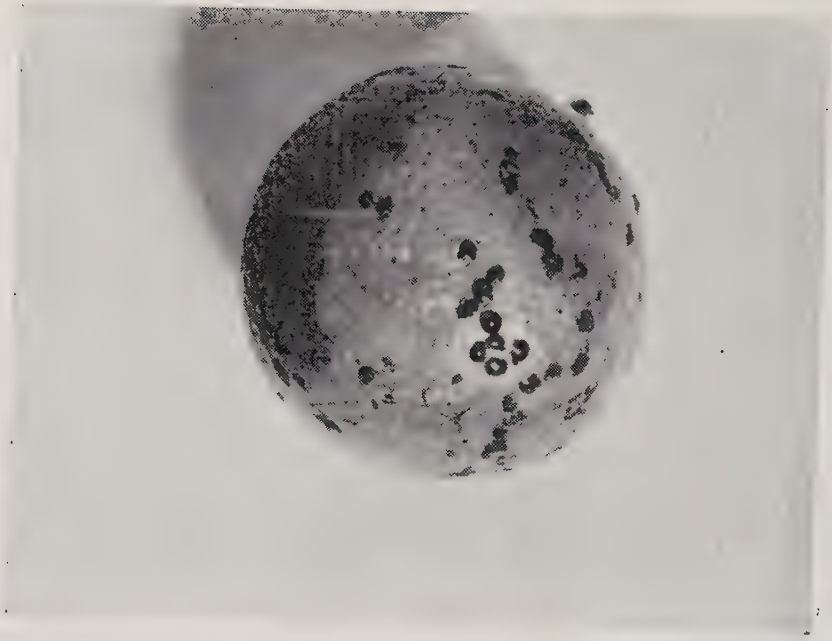
(R. F. O.)



Coccinelle (novius cardinalis)
(R. F. O.)

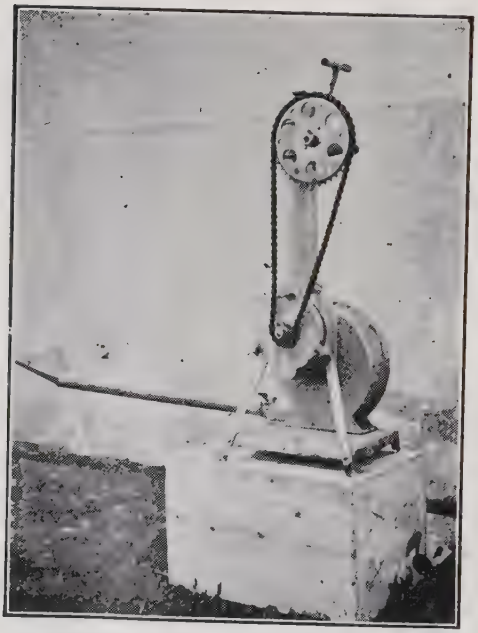


Attaque d'icerya sur oranger
(R. F. O.)



Attaque de cochenille plate sur navel

(D. D. V.)



Souffleuse à acide cyanhydrique

(H. F. O.)

On observe, en général, quatre générations annuelles du printemps à l'automne.

b) Dégâts : Le pou rouge s'attaque aux feuilles, aux pétioles et aux tiges de la plante. Les organes piqués jaunissent très vite et dépérissent. A la suite des attaques, toutes les feuilles tombent, et l'arbre s'anémie.

2°) — Cochenille virgule.

Cet insecte est d'un type différent du pou rouge.

a) Caractères : De couleur brun acajou foncé, il a la forme d'une petite coquille de moule et mesure 4 mm. sur 2 mm. Sous son bouclier, la femelle, de forme allongée, protégée par un voile qui l'isole presque complètement, ne laisse passer que son rostre.

b) Dégâts : Elle est très prolifique, et envahit les arbres avec une rapidité surprenante, formant un épais revêtement de carapaces que les meilleures bouillies arrivent difficilement à pénétrer.

3°) — Cochenille serpette.

a) Caractères : Elle a une carapace plus allongée que la cochenille virgule. Elle mesure 3 mm. sur 0 mm. 2 et possède les mêmes caractéristiques que celle-ci. Elle est tout aussi dangereuse, tant à cause de sa prolifération, que de son aptitude à se développer, plus particulièrement sur les branches et le tronc de l'arbre.

4°) — Cochenille du citronnier.

Très répandue, mais chez les agrumes, elle n'attaque que le citronnier. Elle a 2 mm. de diamètre.

## LES COCHENILLES A CARAPACE

A — CARACTERES.

Les cochenilles de ce groupe ne sont pas protégées par un « Follicule » ; c'est l'épiderme de leur corps, qui sur la totalité de sa surface s'imprègne de cire, pour former une carapace. Cette carapace présente une coloration variable suivant les espèces ; en outre, elle est tantôt fortement convexe, tantôt complètement applatie ; les femelles sont toujours fixées.

B — ESPECES.

Les principales espèces sont :

1°) — Coccus Hesperidum L - Cochenille plate des orangers.

2°) — Saissetia oleae, ou cochenille noire de l'olivier.

3°) — Ceroplastes sinensis - ou cochenille tortue.

4°) — Ceroplastes Rusci L.

Examinons celles qui font le plus de dégâts.

1°) — Cochenille plate des orangers ou pou des Hespérides.

a) Caractères : De forme ovale et de couleur brune, elle mesure 3 à 4 mm. sur 2 ou 3 mm. On la trouve sur une partie d'arbre, et là, elle attaque les nervures de feuilles et les petites branches. Une secrétion sucrée permet le développement de la fumagine sur les parties atteintes et attire les fourmis, ce qui permet de la déceler. Elle se développe rapidement, mais est très parasitée, et disparaît assez rapidement, et presque totalement.

2°) — Cochenille noire de l'olivier.
Attaque surtout l'olivier.

3°) — Ceroplaste de Chine, ou cochenille tortue.

Est surtout répandue en Algérie.

## LES COCHENILLES FARINEUSES

A — CARACTERES.

Ce sont des insectes mobiles pendant toute leur vie. Ils n'ont pas de carapace protectrice, mais un revêtement cireux blanc feutré avec sur le pourtour du corps des soies de même nature. Les œufs eux-mêmes sont groupés dans des amas cireux, dispersés sur les divers organes de la plante. La femelle se fixe pour pondre.

B — ESPECES.

On distingue surtout deux espèces :

1°) — Pseudococcus Citri Risso, blanchâtre, mesurant 4 mm. sur 3 mm.

2°) — Pseudococcus Adonidum, blanchâtre, mesurant 4 mm. sur 3 mm.

C — DEGATS.

Elles envahissent la totalité de l'arbre, ses feuilles et ses fruits. Les blessures qu'elles occasionnent sont peut-être une porte d'entrée pour les champignons (Alternaria) qui provoquent la pourriture des fruits. Les arbres atteints s'accompagnent d'un peu de fumagine.

## LES COCHENILLES AUSTRALIENNES

Ces cochenilles sont, avec le pou rouge, les plus répandues dans les vergers du sud marocain.

A — CARACTERES : La femelle à l'état adulte a un corps peu développé et qui est postérieurement prolongé par un sac de cire blanche cannelé contenant les œufs. C'est le sac ovigère. Elle atteint de 4 à 5 mm. Elle est de couleur rouge brique.

B — DEGATS : Les jeunes larves vont se fixer sur les nervures, à la face intérieure des feuilles, tandis que les plus âgées vont se fixer sur les branches secondaires, en y formant de véritables gaines. Du printemps à l'automne, il y aurait trois générations au moins, alors qu'en hiver, l'évolution ne serait pas ralentie.

## III — LUTTE CONTRE LES COCHENILLES DES AGRUMES

### A — PROCEDES BIOLOGIQUES

Ils consistent à favoriser le développement d'une ou plusieurs espèces d'insectes destructeurs des cochenilles.

C'est ainsi qu'ICERYA PURCHASI, qui ne commet presque pas de dégâts sur les orangers en Australie, d'où elle est originaire, est au contraire très virulente dans nos pays. La découverte en 1888 de la coccinelle NOVIUS CARDINALIS Muls, qui en Australie s'attaque à cette cochenille, permit de l'acclimater et de lutter efficacement. Le Service de la Défense des Végétaux délivre, lorsque l'attaque a été bien déterminée, les colonies nécessaires. Il existe aussi au Maroc, une coccinelle indigène CHILOCORUS BIPUSTULATUS L, qui détermine de grands ravages dans les colonies de cochenilles. Une autre coccinelle indigène : EXOCHOMUS NIGRIPENNIS Goeze, s'est montrée très active dans la limitation du Pseudococcus. La larve du NEFASITUS FALLAX Nav. (Névroptères), a été signalée comme prédateur du PSEUDOCOCCUS CITRI RISSO, de même la larve de CHRYSO PAFLAVA Scop (Névroptères). Enfin, plusieurs Hyménoptères endophages peuvent être signalés comme ennemis des cochenilles. Ce sont COCCOPHAGUS LUNULATUS How endophage du Coccus Hesperidum. SCUTELLISTA CYNEA Mosc, endophage de plusieurs lécanines.

### B — TRAITEMENT PAR LES BOUILLIES SULFOCALCIQUES.

Il y a lieu de faire un traitement d'hiver et un traitement d'été.

1°) — Traitement d'hiver.

On le fait quand les aurantiacées ne portent ni fleurs ni fruits. On emploie les polysulfures à la dose suivante :

Polysulfures alcalins 2 à 3 % dans 100 litres d'eau.
Polysulfure de chaux 5 à 10 % dans 100 litres d'eau.

Les feuilles attaquées tombent rapidement. Il est bon de faire deux applications pendant l'hiver, par temps sec de préférence, car s'il pleuvait, les polysulfures seraient entraînés par la pluie.

2°) — Traitement d'été.

Il faut éviter de traiter lorsque les arbres sont en fleurs. Le traitement doit comprendre au moins trois applications. La première au début de mai, lorsque les fruits sont gros comme un doigt, la deuxième fin mai, la troisième fin juin. Ces dates ne sont pas fixes, il reste au Planteur le soin de surveiller sa plantation pour agir avec discernement.

C — TRAITEMENT PAR LES HUILES BLANCHES

L'application des émulsions est difficile et ne doit pas souffrir de négligeance afin que l'huile s'étale bien à la surface du végétal, l'eau seule tombant à terre, une forte pression doit être mise en œuvre, 20 à 30 kgs par centimètre carré. Le maniement des jets est délicat, car il faut économiser le produit qui est cher, mais il faut mouiller entièrement la plante. Il faut arroser chaque arbre : latéralement de 2 ou 3 places différentes, de dessous, de haut en bas quand il est grand.

Enfin, un point sur lequel on n'a pas assez porté d'attention au Maroc, c'est l'époque à laquelle il faut opérer. Trop souvent l'agrumiculteur traite aux huiles blanches quand il observe un grand développement des cochenilles, alors qu'à ce moment là, il faudrait s'abstenir de tout traitement ; c'est qu'en effet les huiles sont surtout efficaces contre les larves, beaucoup moins contre les adultes. Donc, pour obtenir une mortalité massive, il faut commencer à traiter dès qu'apparaissent les jeunes larves.

En général, les traitements ont lieu de fin juin à fin septembre, on doit s'arrêter au moins trois mois avant la récolte des fruits. Il est prudent d'éviter de traiter par période de trop grande sécheresse, des brûlures pouvant se produire au-dessus de 35°, de même par fort vent, l'évaporation étant trop rapide.

## D — TRAITEMENT PAR LES EMULSIONS DE PETROLE.

Selon que l'on a à lutter contre les Diaspines ou contre les Pseudococcus et l'Icerya, on doit employer des émulsions de pétrole différentes.

Contre les Diaspines, on emploie la solution suivante : Savon mou, 2 kgs - Pétrole lampant, 3 litres - Au moment de l'emploi, on dissout 5 kgs de cette pâte dans 100 litres d'eau.

Contre le Pseudococcus et l'Icerya, qui ont une carapace qui résiste aux émulsions d'huile minérale, on emploi des pulvérisations à haute concentration.

Contre le Pseudoccocus : Savon mou, 5 kgs - Pétrole, 8 litres - Eau, 100 litres.

Contre l'Icerya : Savon mou, 5 kgs - Pétrole, 20 litres - Eau, 70 litres.

L'émulsion doit être projetée sur l'arbre avec une pression d'au moins 12 kgs par centimètre carré, afin que le jeu puisse traverser les filaments des cochenilles et les masses cotonneuses contenant les œufs.

## E — TRAITEMENTS PAR PREPARATIONS GAZEUSES LES FUMIGATIONS CYANHYDRIQUES.

La fumigation cyanhydrique consiste à placer l'arbre, et par là même, l'insecte dans une atmosphère toxique d'acide cyanhydrique. On a choisi l'acide cyanhydrique à cause de sa haute toxicité et de la rapidité de son action. La fumigation cyanhydrique a été faite, pour la première fois en 1887, en Californie, et est restée depuis le traitement de choix, car la mortalité obtenue est de l'ordre de 95 %.

Au Maroc, on commença à l'employer vers 1930, soit cinquante ans plus tard, mais ce qui est resté un obstacle à son utilisation générale, est la quantité énorme de capitaux à investir. Seules les Coopératives de Planteurs possèdent assez de moyens pour l'employer.

## CONDUITE DU TRAITEMENT.

Les arbres sont entièrement recouverts à l'aide de tentes sous lesquelles on fait dégager l'acide cyanhydrique. Les tentes sont faites en cretonne légère, à trame très serrée, de façon qu'il n'y ait pas de fuites. Elles ont la forme d'un octogone régulier. Des équipes spécialisées les mettent en place dans les vergers d'une façon prévue à l'avance. Dès que la tente est en place, le chef d'équipe procède aux mesures, au calcul de la dose et à la fumigation, au fur et à mesure du montage des tentes. Lorsque le temps nécessaire à la fumigation est écoulé, deux ouvriers enlèvent la tente. Un personnel de 8 hommes ayant à sa disposition 25 tentes peut traiter 25 arbres à l'heure.

Les fumigations, sauf en hiver, doivent être effectuées la nuit, pour éviter les brûlures des parties vertes des plantes.

En hiver, on peut opérer en plein jour, car à cette saison les arbres présentent une plus grande résistance à l'acide cyanhydrique. La température optimum est de 15° C. L'humidité de l'air est un facteur important. Elle ne doit pas dépasser 70 % ; il faut donc s'abstenir de traiter s'il y a une humidité abondante ; de même au moment de la floraison. On ne pourra donc le faire qu'entre le moment où le jeune fruit est formé et la floraison, soit huit mois de l'année.

Un fait important a été signalé en Californie : trois espèces de cochenilles ont fini par résister aux fumigations, ce qui a obligé les Américains à traiter leurs arbres aux pulvérisations d'huile blanche, en plus du traitement à l'acide cyanhydrique.

## LA MOUCHE DES FRUITS

Au Maroc, où la culture des agrumes était, il y a vingt ans, peu répandue, la mouche des fruits était à peu près inconnue. De plus, comme il n'y avait pas d'exportation de fruits, le problème de leur qualité et de leur préservation ne se posait pas ; aujourd'hui, il n'en est pas de même.

### I — L'INSECTE

La mouche des fruits, ou mouche méditerranéenne, ou cératite, est un diptère CERATITIS CAPITATA, WIED, DIPTERES, TRIPERIDES.

### II — CARACTERES

C'est une petite mouche assez élégante, jaune, tachetée de brun. Ses larves sont des asticots ressemblant à ceux de la mouche domestique. M. Rebour signale que les dégâts occasionnés par la cératite ont une allure cyclique. Ils sont, pendant plusieurs années, limités, puis ils s'amplifient, pour s'atténuer à nouveau. Il est possible, dit-il, que la cératite soit sensible aux facteurs climatiques, mais il se peut, aussi, que l'existence d'un parasite de la mouche y soit pour quelque chose.

### III — DEGATS

Au Maroc, elle s'attaque à tous les fruits, mais ce sont surtout les abricots, les pêches et les agrumes qui subissent les plus grands dommages.

#### A — NATURE DES DEGATS.

Le fruit normalement développé devient à l'époque de la récolte mou, brunit, pourrit et présente dans sa pulpe désorganisée de nombreux asticots.

#### B — IMPORTANCE DES DEGATS.

Tous les arbres à feuilles caduques étant aussi attaqués, les dommages occasionnés par la mouche s'étagent sur toute la période où il y a des fruits dans les vergers, principalement en été et en automne ; on note de quatre à six générations de cératites.

Schéma de multiplication des mouches
(R. F. O.)

Sur les agrumes, les attaques débutent en septembre, pour les navels, les clémentines et les mandarines, puis au printemps, les citrons, les pomelos et les oranges tardives sont successivement attaqués.

Les dégâts peuvent revêtir trois formes :

1°) — L'insecte pique le fruit sans pondre : Il fait une petite blessure qui détermine une tache verte, ou jaune, suivant la maturité du fruit, provoquée par les exsudations de l'insecte.

2°) — L'insecte pique et pond, mais la ponte ne se développe pas : seule la blessure est plus développée et le fruit est beaucoup plus marqué.

3°) — La ponte déposée dans le fruit se développe : Le fruit devient mou, brunit, ses tissus s'affaissent et le fruit finit par pourrir.

## IV — DEVELOPPEMENT DE L'INSECTE

La mouche fécondée perfore la peau du fruit et dépose un petit tube corné, situé à son extrémité abdominale et dans lequel se trouvent les œufs. Chaque tube contient, en moyenne, une dizaine d'œufs. Quand l'œuf, ainsi introduit dans la peau du fruit, se développe, soit douze à quinze jours après, de petites larves en forme d'asticot, éclosent et attaquent la pulpe du fruit.

Dans les fruits à peau épaisse, surtout chez les navels, les pontes de cératites ne donnent pas toujours des larves, et le fruit, malgré la piqûre, n'est pas parasité. Arrivé à la fin de son développement, l'asticot abandonne le fruit et rentre dans la terre, où il se nymphose sous la forme d'un petit tonnelet. Après un temps variable, les adultes d'une nouvelle génération réapparaissent et le cycle recommence.

## V — METHODES DE LUTTE

La lutte n'est pas très facile. Dans le Sud Marocain, les facteurs météorologiques influent sur son développement. En hiver, les nuits froides entravent l'évolution de l'insecte et sa vie est critique. Il y a aussi des

années à cératites pendant lesquelles la mouche trouve des conditions favorables à son développement, et se multiplie dans des conditions catastrophiques.

Les méthodes de luttes ne peuvent être que préventives, car, on ne peut espérer détruire l'œuf ou la larve dans le fruit.

A — EMPLOI DE PIEGES - APPATS

Ce sont des gobe-mouches, appelés aussi « casamoscas », en verre ou en terre, que l'on garnit de solutions dont la mouche est friande. Les plus employées sont les gobe-mouches en verre, car ils permettent de contrôler rapidement le cours des opérations. Ils doivent être placés dès le début de l'été, à raison de deux par arbre, principalement dans la zone d'ombre en été et dans la zone de soleil, en automne. On doit s'assurer de leur propreté.

Les formules de préparations sont assez variées :

1°) Dans 100 litres d'eau, faire macérer 5 kilos de son, après avoir dissout, au préalable 5 kgs de borate de soude, qui empêche la fermentation. On décante quarante-huit heures après et on recueille le liquide

2°) L'Inspection de la Défense des Végétaux à Casablanca a mis au point la formule suivante : le borate de soude a été remplacé dans la solution précédente par 500 grs de chaux par litre et 200 cc. d'ammoniaque ont été ajoutés.

Il est nécessaire, vu les fermentations toujours possibles, de visiter tous les jours les pièges. Pendant la période d'activité de la cératite, c'est-à-dire, lors d'une forte éclosion d'insectes, on est arrivé à prendre jusqu'à mille mouches par jour. En d'autres périodes, les prises sont nulles, mais il faut tout de même piéger.

B — PULVERISATIONS A L'ARSENIATE DE PLOMB

Ces traitements ne sont plus très employés, à cause de leur toxicité et parce qu'ils nécessitent l'emploi d'un produit sucré comme support, qui revient cher et qui

sèche très rapidement. De plus, l'arrêté du Directeur Général de l'Agriculture (26-5-28) exige que l'on s'abstienne de pratiquer les traitements aux arséniates, à partir du moment où le fruit jaunit, ce qui limite son emploi.

### C — PULVERISATION A L'HEXACHLOROHEXANE

C'est un insecticide de contact, que l'on commence à employer au Maroc. A Marrakech, les premiers traitements eurent lieu en 1947. Cette année là, M. Deschaseaux, colon à la Targa, par Marrakech, pratiqua sur ses orangers, en octobre, une pulvérisation de 1 kg. d'huile blanche (contre le pou rouge) et de 0 kg. 500 d'hexachlorohéxane dans un hectolitre d'eau. Dès le lendemain, pas une seule mouche ne se trouvait dans la plantation. Un deuxième traitement eut lieu un mois plus tard, un troisième un mois plus tard. Ces applications successives anéantirent la majeure partie des mouches, alors que les plantations voisines, qui n'avaient pas été traitées subirent de gros dégâts.

Dans la pratique, il y aura intérêt à laisser sur les arbres des pièges témoins, qui fixeront le colon sur l'opportunité du traitement.

### D. — PULVERISATIONS AU DICHLORODIPHENYL-TRICHLOROSTHANE OU D. D. T.

Le D. D. T. est un insecticide de contact, et un poison d'ingestion pour les animaux à sang froid seulement. Les pulvérisations de D. D. T. furent employées au Maroc en 1942. En 1949, M. Deschaseaux, ayant eu à subir dans son verger une attaque de mouches, traita cette fois ses orangers avec une solution aqueuse de D. D. T. à 0,8 %. Les pulvérisations furent faites en insistant sur le côté de l'arbre exposé au sud, car la mouche reste le plus longtemps possible au soleil. Deux pulvérisations eurent lieu à un mois d'intervalle, une en septembre, une autre en octobre. Sur les arbres traités, la récolte donna 250 kgs de fruits commercialisables par arbre, alors que les arbres témoins, non traités, ne donnaient que 30 kgs.

D'autre part, M. Frézal, Chef de Service de la Protection des Végétaux en Algérie, fit des essais successifs sur le D.D.T. et l'HCH. C'est le D.D.T., employé en pulvérisation à 0,2 % qui donna les meilleurs résultats. Basée sur le fait que l'invasion vient souvent de l'extérieur, une application sur tout ce qui est planté, brise-vents et arbres, est effectuée à raison de 3 litres par arbre, au début de septembre. Ensuite tous les quinze jours jusqu'en octobre, on traite les brise-vents et la face sud des arbres. M. Frézal a obtenu 756 cératites capturées dans les 10 pièges de contrôle de la parcelle traitée et 47.958 cératites dans les 10 gobe-mouches de la parcelle non traitée.

Les pulvérisations par appareils aériens ont donné des résultats irréguliers et sont d'un coût assez élevé, elles sont peu employées.

## VI — CONCLUSION

L'effet de ces divers traitements est indiscutable. La mouche ne résiste pas à ces diverses attaques.

P. Perret, Chef du Laboratoire de Phytopharmacie à Rabat, note à la suite d'essais contrôlés faits dans la région de Port-Lyautey, que si les traitements effectués par pulvérisations sont efficaces, le Planteur se trouve devant un obstacle majeur, leur coût. Si l'attaque de la mouche était annuelle et élevée, la question serait résolue d'elle-même, comme en 1947, où les dégâts ont atteints 80 % ; or, dans les années normales, les dégâts se chiffrent environ à 5 %. Le jeu n'en vaut pas la chandelle.

TROISIÈME PARTIE

# ETUDE, ESSAI ET DOSAGE DES PHYTOMEDICAMENTS

L'étude consistera dans le rappel de la nature du produit, de ses procédés de fabrication, de ses propriétés et caractéristiques physiques et chimiques, de ses propriétés physiologiques et de ses présentations commerciales.

L'essai et le dosage consisteront à étudier les réactions caractéristiques du produit et à doser le produit actif.

Nous classerons les produits employés en trois grandes catégories :

I — Produits employés en général sous forme liquide.

II — Produits employés en général sous forme solide.

III — Produits employés sous forme gazeuse.

## PRODUITS EMPLOYES EN GENERAL SOUS FORME LIQUIDE

Acide borique.
Arseniate de plomb.
Borate de soude.
Bouillies cupriques.
Chaux.
Bouillies sulfocalciques.
Huiles blanches.
Pétrole.
Permanganate de potassium.
Soufre.
Tabac et Nicotine.

## L'ACIDE BORIQUE

L'acide borique est employé à cause de ses propriétés désinfectantes.

### I — NATURE

L'acide borique est obtenu industriellement par purification de l'acide borique brut des lagonis de la Toscane, ou par décomposition du borate double de soude et de chaux ou Tinkalzite, provenant de la République de l'Equateur.

L'acide employé est l'acide borique normal, $B(OH)3$; il est obtenu cristallisé par refroidissement de sa solution saturée à chaud. Il doit être cristallisé, et non sous forme de paillettes.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

De couleur blanche, il est inodore et presque insipide ; sa densité = 1,54. Il est soluble dans 30 parties d'eau à 15°, 25 à 20°, 14 à 40°, et 3,5 à l'ébullition. Il se dissout à température ordinaire dans 25 parties d'alcool à 90° et dans 5 de glycérine. Sa solubilité dans l'eau est donc favorisée par l'addition de glycérine. L'acide borique est entrainable par la vapeur d'eau.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

C'est un antiseptique très faible, mais employé dans la désinfection des fruits. Il atténue la formation des moisissures.

## IV — ESSAI ET DOSAGE DE L'ACIDE BORIQUE

### A — RÉACTIONS.

La solution aqueuse d'acide borique colore le tournesol au rouge vineux et en présence d'un acide chlorhydrique, le curcuma, en brun.

L'acide borique donne avec l'alcool une solution qui, surtout après addition d'acide sulfurique, brûle avec une flamme verte.

L'acide borique ne doit pas contenir de matières organiques ; il doit rester blanc quand on le porte au rouge.

### B — ESSAI.

Il doit être exempt de chlorures, de sulfates, d'arsenic, de métaux lours et de métaux ferreux, toutes impuretés que l'on dosera par les méthodes connues.

A ce sujet, le Codex 1937 spécifie les essais limites ci-après.

1°) — Chlorures : On dissout dans un tube à essai au bain-marie bouillant 0 gr. 50 d'acide borique dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 1 goutte de NO3H et 5 gouttes de NO3 Ag (R). Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 de HCl pour 1.000.

2°) — Sulfates : On dissout dans un tube à essai au bain-marie bouillant 1 gr. d'acide borique dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 1 goutte de HCl et 5 gouttes de Cl2Ba (R). Si un trouble se produit, il ne devra pas être plus intense que celui obtenu en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,005 de SO4H2 pour 1.000.

3°) — Arsenic : On dissout dans un tube à essai au bain-marie bouillant, 2 grs d'acide borique dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 10 cc. de réactif hypophosphoreux. On porte 30 minutes au bain-marie bouillant. Si une coloration brune se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue dans les mêmes conditions avec 10 cc. d'une solution contenant 0,001 d'arsenic.

4°) — Métaux lourds : On dissout dans un tube à essai au bain-marie bouillant 1 gr. d'acide borique dans 9 cc. d'eau distillée. On ajoute 1 cc. de lessive de soude 3 gouttes de monosulfure de sodium (R). Si une coloration brune se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant 3 gouttes de monosulfure de sodium à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 de plomb pour 1.000.

5°) — Fer : On dissout dans un tube à essai au bain-marie bouillant 1 gr. d'acide borique dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 1 cc. d'acide chlorydrique officinal, et 1 cc. de ferrocyanure de potassium (R.) On agite. Dans un tube à essai de même diamètre, versez 10 cc. de solution correspondante à 0,001 de fer pour 1.000 et les mêmes quantités de réactif. Après 15 minutes, si une coloration bleue s'est produite dans le premier tube, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue dans le second.

B — DOSAGE.

On pèse environ 1 gr. d'acide borique que l'on dissout dans un mélange de 40 cc. d'eau et de 40 cc. de glycérine officinale ; on ajoute quelques gouttes de phtaléine du phénol et on titre au moyen de la solution normale de soude.

1 cc. de solution normale de soude = 0 gr. 06184 d'acide borique.

## L'ARSENIATE DE PLOMB

### I — NATURE

On emploie l'arséniate acide de plomb AsO4 HPb. C'est le sel qui présente le plus d'intérêt comme insecticide en raison des trois qualités suivantes : sa stabilité chimique, son insolubilité et sa toxicité.

On le prépare en mélangeant de l'acide arsénieux As2O3 avec de la litharge PbO, en présence d'acide nitrique. Le produit obtenu doit renfermer 31 % d'anhydride arsénique As2O5.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

On a intérêt à employer l'arséniate acide, car il est insoluble dans l'eau et ainsi l'eau de pluie ne pouvant le dissoudre, son action est beaucoup plus persistante. Il faut le conserver à l'abri de l'humidité, car il a tendance à se carbonater et à se transformer en arséniate triplombique, qui est soluble dans l'eau.

L'arséniate diplombique se présente sous forme de poudre blanchâtre. Le plomb intervient pour renforcer l'action de l'arsenic.

### III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

C'est un insecticide agissant par ingestion. Il semble que son action insecticide dépend non de sa solubilité dans l'eau, mais de sa solubilité dans le corps des insectes. Pour les espèces dont les secrétions sont alcalines, l'arséniate de plomb est très toxique, car une partie de son plomb est précipité à l'état de phosphate de plomb et l'acide arsénieux libéré est très nocif, tandis que celles dont les secrétions sont acides sont moins touchées.

### IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

On le trouve dans le commerce sous la forme d'une poudre titrant 10 à 20 % d'arsenic, ou d'une pâte à 50 parties d'eau, titrant 10 à 15 % d'arsenic, qui se met en suspension dans l'eau. Les produits à base d'arsenic sont additionnés de substances odorantes et colorantes.

## V — USAGES

Employés quelquefois dans la lutte contre ceratitis capitata.

## VI — TOXICITE DE L'ARSENIATE DE PLOMB

Ce qui est important, c'est l'intoxication chronique ou saturnisme, qui atteint l'ouvrier faisant des pulvérisations et qui peut survenir après quelques semaines d'ingestion quotidienne de quelques milligrammes.

L'intoxication chronique débute par des troubles sanguins, puis le malade s'anémie et est sujet à des troubles nerveux. D'autres accidents : coliques de plomb, néphrite peuvent survenir.

L'intoxication aiguë se manifeste par des troubles gastro-intestinaux, suivis de diarrhées noires, de coliques et de néphrite souvent mortelle.

L'intoxication chronique est traitée par une médication iodurée, ou par une médication alcaline, de façon à précipiter le plomb et à l'éliminer. Dans l'intoxication aiguë, on administre du sulfate de soude pour précipiter le plomb.

Il y aura donc lieu de contraindre les employés à des soins de propreté très stricts, de façon à éviter l'absorption continue de petites quantités de plomb.

## VII — ESSAI ET DOSAGE DES ARSENIATES DE PLOMB

### A — ESSAI.

1°) — Soluble dans $NO_3H$, au demi, sans résidu appréciable ;

2°) — Solution nitrique + $SO_4H_2$ : précipité blanc de sulfate de plomb ;

3°) — Solution nitrique neutralisée jusqu'à début de précipitation + $NO_3Ag$ additionné au préalable de $NH_3$ jusqu'à redissolution du précipité (sans excès) : précipité rouge brique d'arséniate d'argent.

4°) — Solution nitrique neutralisée par OHNa jusqu'à redissolution du précipité + sulfure d'ammonium : précipité noir de sulfure de plomb.

B — DOSAGE.

1°) — DOSAGE DE L'HUMIDITE.

Sécher à poids constant 5 grs de poudre à la température de 100/105°.

2°) — DOSAGE DE L'ARSENIC TOTAL.

Principe :

Réduction de l'arséniate en milieu acide par l'acide iodhydrique, produit par action de SO4H2 sur iodure de potassium et titrage iodométrique de l'arsénite formée.

$$As2O5 + 4\ IK + 2\ SO4H2 =$$
$$AS2O3 + 4\ I + 2\ SO4K2 + 2\ OH2$$

a) Réactifs :

Liqueur titrée As2 O3 N/20
Liqueur titrée I N/20

b) Mode opératoire :

Attaquer dans un bécher de 150 centimètres cubes 1 gr. de poudre (ou une quantité correspondante si le produit est dilué avec des charges) par 20 centimètres cubes de NO3H. Après dissolution, ajouter 4 centimètres cubes de SO4H2 et évaporer au bain de sable jusqu'à apparition de fumées blanches, refroidir, reprendre par 10 cm3 d'OH2, évaporer de nouveau jusqu'à dégagement des fumées blanches de SO4H2. Refroidir, transvaser dans une fiole jaugée de 100 centimètres cubes et diluer au volume. Agiter, filtrer sur filtre sec. Prélever 20 centimètres cubes de solution claire, acidifier par un centimètre cube de SO4H2 à 66° baumé, et ajouter 5 grs de IK. Porter au bain-marie bouillant, pendant 10 minutes, refroidir et, sans diluer, ajouter S2 O3 Na2 N/20, au moyen d'une burette.

Lorsque la solution est devenue jaune pâle, ajouter 150 cm3 d'OH2, 3-4 centimètres cubes d'empois d'amidon, et S2O3Na2 N/20 goutte à goutte jusqu'à disparition de la coloration bleue. Ne pas dépasser. Neutraliser avec CO3H solide, et ajouter 4 à 5 grs en excès, titrer l'iode N/20 jusqu'à coloration persistante.

On dose ainsi As2O3 + As2O5 qu'on exprime en As ou en As2O5.

1 cm3 IN/20 = 2 mg 874 As2O5
= 1 mg 874 As.

3°) — Dosage de As 2O3 total (arsenic à l'état arsénieux).

Mode opératoire :

Attaquer 2 grs de poudre (ou 4 grs de pâte), dans une fiole jaugée de 200 centimètres cubes par 100 centimètres cubes de SO4H2 (1 + 4) à l'ébullition pendant 30 minutes, refroidir, diluer à 200 centimètres cubes, agiter et filtrer sur filtre sec. Neutraliser 100 centimètres cubes du filtrat par OHNa à 30 % en présence d'une goutte d'hélianthine, acidifiée par une goutte de SO4H2 (1 + 4), neutraliser avec CO4HNa, solide et en mettre 4 à 5 grs en excès. Diluer à 200 centimètres cubes, et titrer à l'iode N/20 en présence d'empois d'amidon jusqu'à coloration bleue peristante.

1 cm3 I N/20 —— 2 mg 475 As2O3.

4°) — Dosage du Plomb.

En l'absence d'éléments gênants tels que le baryum, une méthode rapide et assez précise consiste à précipiter le plomb à 'état de chromate, et à peser le précipité de Cro4Pb.

Dans le cas de mélanges complexes, ou en présence d'éléments gênants on précipite le plomb à l'état de sulfate ; après séparation du plomb par l'hydrogène sulfuré, on transforme de nouveau en sulfate et on pèse.

5°) — Dosage par précipitation à l'état de chromate.

Précipitation du plomb à l'état de chromate de plomb en milieu légèrement nitrique et pesée du CrO4Pb formé.

a) — Réactifs : Acide nitrique. (1 + 4) : Mélanger un volume de NO3H à 26° baumé, et quatre volumes d'eau.

b) — Acide nitrique (1 + 9) : Mélanger un volume de NO3H à 36° baumé, et 9 volumes d'eau.

c) — Solution de chromate de potassium à 10 %.

Mode opératoire :

Attaquer 0 gr. 5 à 1 gr. de produit par 25 cm3 de NO3H (1 + 4), porter à l'ébullition pendant quelques minutes, et s'il y a lieu séparer l'insoluble par filtration. Etendre à 400 cm3 porter presque à l'ébullition et ajouter NH3 concentré, jusqu'à début de précipitation ; redissoudre le précipité par NO3H (1 + 9) en en mettant 1 ou 2 cm3 en excès. Dans la solution presque bouillante, verser peu à peu en agitant 50 cm3 de Cro4K2 à 10 % (ne pas faire bouillir). Laisser reposer pendant 2 heures, décanter sur creuset de Gooch, laver à l'eau chaude contenant une trace d'acide acétique, sécher à 140-150°, et peser.

$$Cro4Pb \times 0{,}6410 = Pb.$$

## LE BORATE DE SOUDE

Le borate de soude, comme l'acide borique est employé à cause de ses propriétés désinfectantes.

### I — NATURE

Il est fabriqué industriellement en France avec la soude et l'acide borique des lagonis de la Toscane. En changeant les circonstances de la cristallisation, on fait varier la forme, la composition et les propriétés du sel: ainsi lorsque les cristaux se forment dans une liqueur concentrée dont la température est supérieure à 60°, ils sont octaédriques et ne contiennent que 5 molécules, soit 31 % d'eau ; mais si la cristallisation se fait à une température inférieure à 60°, les cristaux sont prismatiques, et contiennent 10 molécules, soit 47,26 pour cent d'eau de cristallisation. Ces derniers constituent le sel officinal, les cristaux octaédriques sont réservés aux usages industriels et sont employés en agriculture.

## II — PROPRIETES ET CARACTERES

De couleur blanche, il est inodore, de saveur alcaline, sa densité = 1,7. Il est soluble dans 22 parties d'eau froide, et 0,5 partie d'eau bouillante. Il est insoluble dans l'alcool à 90° et très soluble dans la glycérine.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

C'est un antiseptique faible, utilisé dans la désinfection des fruits, grâce à son action sur les moisissures.

## IV — ESSAI ET DOSAGE DU BORATE DE SOUDE

### A — REACTIONS

La solution aqueuse de borax est alcaline au tournesol, si on ajoute de la glycérine neutralisée, sa réaction devient acide.

La solution aqueuse de borax absorbe rapidement l'acide carbonique en donnant de l'acide borique et du bicarbonate de soude. Concentrée et chaude, elle laisse déposer, après addition d'acide sulfurique au 1/10, des paillettes d'acide borique qui, dissoutes dans l'alcool, lui communiquent la propriété de brûler avec une flamme verte.

### B — ESSAI

Le produit officinal doit être exempt de chlorures, de sulfates, d'arsénic, de phosphates, de carbonates, de baryum, de métaux lourds, de fer.

Le Codex 1937 spécifie les limites ci-après :

1°) — Chlorures : On dissout 0,20 grammes de borate de soude dans 10 cc. d'eau distillée ; on ajoute 10 gouttes de NO3H officinal et 5 gouttes de NO3Ag (R.) Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 de HCl pour 1.000.

2°) — Sulfates : On dissout 0 gr. 50 de borate de soude dans 10 cc. d'eau distillée, au bain-marie bouillant ; on ajoute 10 gouttes de HCl officinal et cinq gouttes de Cl2Ba (R). Si un trouble se produit, il ne devra pas être plus intense que celui obtenu en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,005 de SO4H2 pour 1.000.

3°) — Arsenic : Dans un tube à essai, on place 2 gr. 50 de borate de soude ; on ajoute 5 cc. d'eau distillée, et 5 cc. de réactif hyposulfureux (R). On porte une demi-heure au bain-marie bouillant. Si une coloration brune se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle observée dans les mêmes conditions avec 5 cc. de solution contenant 0,001 d'arsenic pour 1.000.

4°) — Phosphates : On dissout à chaud 0 gr. 25 de borate de soude dans 5 cc. d'eau distillée ; on ajoute 10 cc. de solution azotique de molybdate d'ammonium (R) on porte au bain-marie, il ne devra se produire ni précipité, ni coloration jaune.

5°) — Carbonates : Dans un tube à essai, muni d'un tube à dégagement, on chauffe 0 gr. 50 de soude avec 10 cc. de SO4H2, dilué au 1/10 (R). Les vapeurs dégagées ne doivent pas troubler l'eau de chaux.

6°) — Baryum : On dissout 0 gr. 20 de borate de soude dans 5 cc. d'eau distillée. On ajoute 2 cc. 5 de sulfate de calcium (R). La solution devra rester limpide.

7°) — Métaux lourds - Plomb : On dissout au bain-marie bouillant 1 gr. de borate de soude dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 2 gouttes d'acide acétique et 1 goutte de monosulfure de sodium (R). Il ne devra pas se produire de coloration brune.

8°) — Fer : On dissout dans un tube à essai, au bain-marie bouillant 1 gr. de borate de soude dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute 10 gouttes de HCL officinal et 5 gouttes de ferrocyanure de potassium (R).

Dans un tube à essai de même diamètre, on verse 10 cc. de solution contenant 0,001 de fer pour 1.000

et les mêmes quantités de réactifs. Après 15 minutes, si une coloration bleue s'est produite dans le premier tube, elle ne devra pas être plus intense que celle observée dans le second.

B — DOSAGE (Codex)

1°) — On détermine la quantité d'eau contenue dans le borax par la perte de poids que subit une prise d'essai lorsqu'elle est portée au rouge.

2°) — On pèse exactement une prise d'essai voisine de 1 gr. de borate de soude, on la fait dissoudre dans un mélange de 25 cc. de glycérine et de 25 cc. d'eau, en chauffant au bain-marie ; on laisse refroidir; on titre avec une solution normale de soude en présence de phénolptaleine (R). 1 cc. de solution normale de soude = 0,1907 de borate de soude.

V — USAGES

Il est employé dans le traitement préventif des moisissures de fruits ; son degré de pureté n'a pas besoin en phytopharmacie d'atteindre celui prescrit par le Codex pour les applications médicales.

## LES PRODUITS CUPRIQUES

Les produits cupriques sont utilisés par les agrumiculteurs comme antiseptiques généraux dans le traitement des arbres malades et aussi pour prévenir la prolifération dans les tissus de l'arbre de champignons endogènes. La préparation la plus employée, à la base de toutes les combinaisons, est la bouillie bordelaise.

## LA BOUILLIE BORDELAISE

I — NATURE

Imaginée en 1882 par Millardet, elle comportait 5,7 parties de sulfate de cuivre, 10,7 parties de chaux vive et 100 parties d'eau. En raison du prix du cuivre on réduisit la quantité de métal employée et en 1887 on employait la formule suivante : 3 parties de sulfate de cuivre, 1 partie de chaux, pour 100 parties d'eau.

En 1914, Vermorel réduisait encore ces proportions et préconisait d'employer 2 kilogrammes de sulfate de cuivre, 1 kilogramme de chaux grasse pour 100 litres d'eau.

Chimiquement, la bouillie bordelaise est un mélange complexe de sulfates basiques de cuivre et d'hydroxyde de cuivre en proportions variables.

II — PROPRIETES ET CARACTERES

A — REACTIONS

Elle doit être neutre ou légèrement alcaline. Les bouillies préparées suivant la formule de Millardet

(1887), ou le rapport $\frac{So4Cu}{CaO}$ égale approximativement 3 sont neutres, les autres où ce rapport égale 2 sont alcalines.

B — ABSENCE DE SULFATE DE CUIVRE LIBRE

Ce caractère est important car le sulfate de cuivre libre occasionne des brûlures au feuillage en abaissant le PH au-dessous de 7.

C — ADHERENCE

C'est une propriété primordiale car d'elle dépendent les propriétés de la bouillie. Elle est liée surtout à la finesse du grain. Lors de la préparation, il y a lieu de verser la bouillie de chaux dans la solution diluée de sulfate. Cette préparation doit être faite, extemporanément de manière à éviter le grossissement des grains qui rend la bouillie moins coulante et moins adhésive.

D'autre part, plus la chaux est grasse, plus elle se rapproche de la neutralité, et plus elle est froide plus elle est adhérente. Dans ce dernier cas, le précipité gélatineux qui est formé au début cristallise progressivement et devient alcalin.

En général, les propriétés adhésives de la bouillie bordelaise sont suffisantes et ne nécessitent pas l'emploi de matières adhésives supplémentaires.

III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES ET TOXICITE

A — ACTION INSECTICIDE

Le dépôt protège la plante contre les attaques des insectes et de leurs larves. Le contact et la présence du cuivre les éloignent des arbres traités.

B — ACTION SUR LES CHAMPIGNONS

La bouillie bordelaise est très toxique pour les spores des champignons surtout à titre préventif.

C —ACTION SUR LA PLANTE

Elle est un stimulant de la plante en provoquant un effet antichlorotique. Elle provoque une néo-formation de chlorophylle. Elle permet à l'arbre de se constituer une réserve de cuivre, entrant lentement en solution, qui n'est jamais toxique pour l'homme.

V — TOXICITE

Des doses de sels de cuivre variant de 0 g. 20 à 0 g. 50 ne sont pas dangereuses et peuvent provoquer des vomissements ; des doses de 1 à 2 grammes peuvent amener des accidents graves.

Traitement de l'intoxication :

Lavages d'estomac suivis de l'absorption d'une solution de ferrocyanure de potassium à 1/1.000 qui précipite les sels de cuivre.

VI — PRESENTATION COMMERCIALES

Les bouillies sont préparées au moment de l'emploi par mélange d'une bouillie de chaux et d'une solution de sulfate de cuivre ; ces divers produits se trouvent à l'état brut dans le commerce. L'industrie fabrique aussi des poudres composées qui sont mises en suspension au moment de l'emploi.

## LES BOUILLIES BORDELAISES MIXTES

On associe la bouillie bordelaise à d'autres insecticides. On peut préparer :

les bouillies bordelaises nicotinées,
les bouillies bordelaises sulfocalciques,
les bouillies bordelaises arsenicales.

De cette façon on peut à la fois lutter contre les insectes et contre les champignons.

## AUTRES DERIVES CUPRIQUES EMPLOYES

Il y a lieu de signaler quelques dérivés cuivriques qui ont été quelquefois employés : le sulfate de cuivre SCu ; le résinate de cuivre soluble dans les huiles et très actif; l'oxychlorure de cuivre Cl2 Cu, 3 Cuo, 3H2O; le sulfate de cuivre monohydraté SO4 Cu, H2O ; le verdet ou acétate neutre de cuivre (C2 H 3 O2) 2 Cu, H2O.

## VII — ESSAI ET DOSAGE DES PRODUITS CUPRIQUES

Il y a lieu de doser le cuivre.

### A — ESSAI

### CARACTERISATION QUALITATIVE DU CUIVRE

L'hydrogène sulfuré donne un précipité noir, insoluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque, soluble dans l'acide nitrique dilué.

L'ammoniaque donne un précipité blanc bleuâtre qui permet un dosage colorimétrique.

Le ferrocyanure de potassium donne un précipité rouge.

### B — DOSAGE DU CUIVRE

### METHODE VOLUMETRIQUE

1°) — REACTIFS

Liqueur S2O3Na2 N/5,
HCl au 1/4,
CH3CO2H cristallisable,
IK cristallisé,
H2O2 à 100 volumes.
Solution CO3 Na2 à 10 %.

Basée sur l'action des sels cuvriques sur l'iodure de potassium en milieu acétique, et titrage de l'iode mis en liberté par une liqueur titrée d'hyposulfite de sodium, en présence d'empois d'amidon.

2°) — Mode opératoire :

Peser une quantité de produit correspondant à environ 1 g. de cuivre. Traiter par 50 centimètres cubes de ClH (1 + 4) dans un ballon jaugé de 250 centimètres cubes. Agiter jusqu'à dissolution complète des constituants. Ajouter 100 centimètres cubes d'eau et maintenir à l'ébullition pendant 10 minutes. Laisser refroidir. Compléter à 250 centimètres cubes.

Prélever 25 centimètres cubes de liqueur filtrée. Ajouter 30 centimètres cubes d'eau, neutraliser par CO3Na2 à 10 %, jusqu'à formation d'un léger précipité ; le redissoudre par quelques gouttes d'acide acétique cristallisable en ajoutant 2 centimètres cubes en excès. Ajouter 2 à 3 grammes d'iodure de potassium cristallisé. Après 2 à 3 minutes de contact, titrer l'iode mis en liberté par S2O3Na2. Lorsque la solution est presque décolorée, ajouter de l'empois d'amidon et continuer les additions d'hyposulfite, jusqu'à ce qu'une nouvelle goutte ne produise plus aucun éclaircissement.

METHODE ELECTROLYTIQUE

(Officielle, arrêté du 19 octobre 1910)

Prélever un poids de poudre correspondant à environ 2 grammes de cuivre. Attaquer avec précaution par SO4H2 (1 +4), puis oxyder à l'ébullition par 10 centimètres cubes de NO3H concentré, refroidir, étendre à 500 centimètres cubes. Filtrer 50 centimètres cubes de la solution ; l'acidifier par 4 centimètres cubes de SO4H2 concentré, évaporer à fumées blanches. Chauffer encore une demi-heure après l'apparition de fumées blanches, reprendre par environ 80 centimètres cubes d'eau et électrolyser la solution.

Faire communiquer la capsule avec le pôle positif d'une pile ou d'un accumulateur, et plonger dans le

liquide un creuset ou une spirale de platine exactement pesés à l'avance, et reliés au pôle négatif. Avec un courant de 0,2 ampères environ, surtout si on chauffe légèrement, l'électrolyse est terminée après 8 ou 10 heures.

Enlever alors rapidement l'électrode négative, sans interrompre le courant, l'agiter vivement dans un bain d'eau distillée, la laver à l'alcool, la sécher à l'étuve, ou plus simplement enflammer l'alcool qui mouille sa surface, en évitant toute surchauffe locale qui pourrait déterminer une oxydation partielle du cuivre, et enfin peser.

On peut aussi employer, comme appareil d'électrolyse, un creuset de platine relié au pôle négatif de la pile, et dans l'axe duquel on place un gros fil du même métal, formant électrode positive ; Il faut employer alors un courant un peu plus fort, voisin de 1 ampère, et recouvrir le creuset d'un petit entonnoir renversé pour faire retomber dans le liquide les goutelettes projetées par le dégagement gazeux.

Le poids de cuivre trouvé, multiplié par le coefficient 3,938, donne la quantité correspondante de sulfate pur et cristallisé ($SO_4Cu$, 5 $OH_2$) ; Il peut arriver, si le sel est effleuri, que l'on trouve une richesse supérieure à 100 %. Dans les produits commerciaux ordinaires, la pureté est généralement de 98 à 99 %.

Pour rechercher le fer, il suffit d'ajouter à la solution du sel en excès d'ammoniaque et d'y faire passer un courant d'air pendant quelques heures ; il se précipite du peroxyde de fer, que l'on peut recueillir sur un filtre, laver, calciner et peser.

La présence de traces d'arsenic et de fer n'est pas nuisible dans le sulfate de cuivre et les bouillies cupriques destinés aux application phytopharmaceutiques.

## LA CHAUX

La chaux est très employée dans l'orangeraie où elle sert à de multiples usages.

I — NATURE

La chaux de formule Ca (OH) 2 est une poudre blanche, s'hydratant et se carbonatant à l'air dont la densité = 2. Elle se présente sous la forme d'un complexe renfermant 90 % de Ca (OH) 2, 15 % de Co3 Ca et 5 % de résidu.

II — PROPRIETES ET CARACTERES

Elle sert à la préparation de la bouillie bordelaise. Alcali puissant elle précipite dans les bouilies les sels cuivriques dangereux pour la végétation.

Elle sert à pratiquer le chaulage du sol et des arbres. Les arbres sont enduits d'un lait de chaux qui détruit en s'hydratant, par la chaleur qu'il dégage, les parasites et leurs œufs. Elle détruit aussi les mousses et les lichens.

III — USAGES

C'est un antiseptique qui sert à de multiples usages; en outre, ses propriétés basiques et son bon marché la rendent précieuse comme agent alcalin de neutralisation des produits dont l'acidité serait trop agressive pour les végétaux.

V — ESSAI ET DOSAGE DE LA CHAUX

A — ESSAI

1°) — Quelques décigrammes de poudre agitée avec de l'eau donnent un lait dont la réaction est alcaline au papier à la phénolphtaléine ou au papier de tournesol.

2°) — Solution dans ClH au 1/10 ;

3°) — Solution chlorhydrique + acide oxalique + NH3 en léger excès : précipité blanc d'oxalate de calcium.

B — DOSAGES

1°) — Dosage de l'humidité. Un dosage approché peut se faire sur dessication à 110° à poids constant. Un résultat plus précis est obtenu en effectuant le

chauffage dans une nacelle placée à l'intérieur d'un tube parcouru par un courant d'air sec privé de gaz carbonique ; ce tube est placé dans une étuve à 110°.

2°) — Dosage à la chaux libre. Dans une fiole jaugée à 100 centimètres cubes, introduire 1 gr. de matière et 10 centimètres cubes d'une solution d'eau sucrée à 10 % ; agiter et compléter le volume à 100 centimètres cubes avec la solution d'eau sucrée. Boucher la fiole et l'agiter pendant trente minutes. Filtrer, titrer 25 centimètres cubes du filtrat au moyen de SO4 H2 N/10, en présence de méthylorange.

$$1 \text{ cm3 } So4H2 \ \frac{N}{10} \longrightarrow 0 \text{ gr. } 0028 \text{ OCa}$$

$$(OH)2 \text{ Ca p. } 100 = \text{cm } 3 \text{ Cl H} \ \frac{N}{10} \times 0{,}0037 \times \frac{100}{0{,}25}$$

$$\text{OCa p } 100 = \text{cm3} \ \frac{N}{10} \times 0{,}0028 \times \frac{100}{0{,}25}$$

3°) — Dosage des carbonates. On dose l'acide carbonique contenu dans un poids déterminé de chaux. Si on ne recherche pas une grande précision, on emploiera la méthode rapide par mesure de la perte de poids d'un échantillon de chaux attaqué par un acide. Pour une analyse plus solide, on emploiera la méthode classique de dosage du CO2 par absorption et pesée.

a) Dosage par perte de poids après attaque par un acide.

Appareil d'Erdmann modifié.

Réactifs - Acide phosphorique pur D = 1,15 à 1,20.

Mode opératoire :

Introduire dans l'appareil 10 grammes de chaux passant au tamis 60 et garnir le réservoir B d'acide phosphorique pur (D = 1,15 à 1,20). Le réservoir C contient de l'acide sulfurique destiné à retenir la vapeur d'eau qui pourrait être entraînée en même temps que l'acide carbonique.

Tarer l'appareil, puis faire écouler lentement l'acide sur la chaux ; l'acide carbonique se dégage. L'attaque achevée, porter le contenu du ballon à la température de 60°, en le faisant traverser par un lent courant d'air. Peser le tout après refroidissement. La perte de poids correspondant au poids de CO2 contenu dans la prise d'essai.

$$CO3Ca = CO2 \times 2,275.$$

La carbonatation diminue le pouvoir antiseptique de la chaux, par contre elle ne diminue pas sa valeur de neutralisant des acides forts.

## LES BOUILLIES SULFOCALCIQUES

Elles nont très employées en agrumiculture, à cause de leur prix de revient peu élevé.

### I — NATURE

Les bouillies sulfocalciques sont des mélanges de polysulfures complexes dans la composition desquels entrent des tétra et des penta-sulfures de soude, de potasse, de chaux ou de baryte, constituant les éléments actifs de ces produits. Le plus employé est le polysulfure de chaux qui est obtenu par réaction du soufre sur la chaux en présence d'eau en ébullition. Cette réaction doit être faite très minutieusement, car il suffit d'un écart de température pour amorcer des réactions secondaires qui donnent naissance à des corps qui brûlent les feuilles et les fruits. Les polysulfures alcalins se préparent par action à chaud du soufre sur la soude, ou sur la potasse fondue.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Ils se présentent à l'état solide, pâteux ou liquides ; ils ont une couleur jaunâtre ou verdâtre et dégagent de l'hydrogène sulfuré. Ils s'altèrent facilement à l'air, et sont conservés dans des récipients fermés hermétiquement. Ils sont relativement solubles dans l'eau.

Pour les pulvérisations, ont doit se servir d'appareils en laiton ou en bronze, car les polysulfures attaquent le cuivre rouge.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

### A — ACTION DES POLYSULFURES SUR LES INSECTES

Le mode d'action est mal connu. Certains les considèrent comme des insecticides de contact. D'autres attribuent leur action à des produits d'oxydation du soufre. D'autres encore croient que leur effet est dû à leur action toxique.

Les polysulfures ont également des propriétés anticryptogamiques, équivalentes à celles de la bouillie bordelaise.

### B — ACTION SUR LES PLANTES

Employés aux doses normales, ils n'ont d'effet ni sur les feuilles, ni sur les branches, mais par contre ils brûlent les fleurs et les fruits prêts à mûrir. Ceci constitue un inconvénient, surtout pour les citronniers qui portent en même temps des fruits verts et des fruits mûrs.

## IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

A) — Bouillies concentrées titrant 35° baumé.

B) — Poudres comerciales obtenues par évaporation des bouillies.

## V — USAGES

Ce procédé est surtout employé dans les petites exploitations. à cause de sa simplicité et de son prix de revient peu élevé.

## VI — ESSAI ET DOSAGE DES POLYSULFURES

### A — ESSAI

Quelques gouttes de bouillie sulfocalcique + ClH au 1/10 à froid. Dégagement de $SH_2$.

### B — DOSAGE

Dans ces produits on dose : sulfure de calcium réel, hyposulfite de calcium, sulfate de calcium, chaux totale (ce qui permet éventuellement de calculer la chaux libre quand il y en a), et soufre des polysulfures.

Réactifs : Liqueur titrée I N/10,
Liqueur titrée S2. O3 Na2 N/10.

Prise d'essai :

Dans un petit flacon à tare, bouché à l'émeri, d'environ 20 centimètres cubes de capacité, peser très exactement 20 grammes de produit. (Ces lessives ayant généralement une densité voisine de 1,3, cela représente 15 centimètres cubes). Verser dans un ballon jaugé de 500 centimètres cubes, à moitié rempli d'eau distillée, et surmonté d'un entonnoir. Bien laver au moyen d'un jet de pissette, bouchon et flacon taré, rincer l'entonnoir, et compléter à 500 centimètres cubes avec de l'eau distillée. On a une liqueur L.

1°) — Indice d'iode :

Nous appelons « Indice d'iode » le titre calculé en sulfure de calcium d'après le nombre de centimètres cubes de liqueur d'iode N/10 employé aux titrages, sans tenir compte de l'hyposulfite de calcium. Cet indice n'est donné qu'à titre indicatif, mais dans un produit convenablement fabriqué, c'est-à-dire contenant peu d'hyposulfite, il est très voisin de la teneur en sulfure de calcium réel, quoique un peu plus élevé.

Dans un verre à expérience, ou un bécher de 300 centimètre cubes, mesurer très exactement à la pipette 50 centimètres cubes de liqueur d'iode N/10. Ajouter 10 gouttes d'acides acétique cristallisable, puis faire couler 25 cm3 mesurés à la pipette (correspondant à une prise d'environ 1 g.) de la liqueur L. Agiter et titrer l'excès d'iode avec l'hyposulfite de sodium N/10 jusqu'à décoloration (après avoir ajouté, quand le liquide ne présente plus qu'une teinte jaune pâle, environ 1 centimètre cube d'empois d'amidon).

Soit p le poids de produit correspondant aux 25 centimètres cubes d'hyposulfite utilisés. On a : 1 N/10 = 50 cm3 ; S2O3Na2 N/10 = n.

Iode utilisé pour la décomposition du sulfure et de l'hyposulfite 50 — n. On a :

$$\frac{(50 - n) \times 0{,}0036 \times 100}{p} = \text{Indice d'Iode calculé en SCa p. 100.}$$

2°) — Dosage de l'hyposulfite de calcium.

Dans un ballon jaugé de 200 centimètres cubes, verser 50 centimètres cubes de liqueur L, prélevée avec une pipette, ajouter un excès (environ 100 centimètres cubes) de solution d'acétate de zinc, cristallisé à 100 grammes par litre, agiter, compléter à 200 centimètres cubes, avec de l'eau distillée, rendre bien homogène par agitation et filtrer sur un filtre à plis dans un ballon jaugé à 100 centimètres cubes, bien sec, (ou rincé 3 fois avec le filtrat s'écoulant de l'entonnoir) jusqu'à ce que le liquide arrive exactement au trait de jauge, ce qui correspond à une prise d'essai égale à celle employée pour l'indice d'iode, soit 25 centimètres cubes de liqueur L = p. grammes. Verser alors le liquide filtré dans un bécher, rincer deux fois le ballon à l'eau distillée et ajouter l'eau de lavage dans le bécher, puis un centimètre cube d'empois d'amidon et titrer avec la liqueur d'iode N/10 en la faisant tomber goutte à goutte jusqu'à coloration bleue.

Soit m le nombre de centimètres cubes de liqueur d'iode utilisée :

On a :

$$S2O3Ca \text{ p. } 100 = \frac{m \times 0{,}0152 \times 100}{p}$$

3°) — Dosage du sulfure de calcium réel.

L'iode utilisé pour la détermination de l'indice d'iode (50 — n) a servi à décoposer Sca et S2O3 Ca.

$$CaS' \text{ réel p. } 100 = \frac{((50 - n) - m) \times 0{,}0036 \times 100}{p}$$

4°) — Dosage du sulfate de calcium.

Prélever à la pipette 50 centimètres de liqueur L (= 2 pg.), les recevoir dans un bécher de 300 centimètres cubes, ajouter 25 centimètres environ d'eau distillée, et acidifier nettement par ClH pure à 22° baumé. Evaporer à sec au bain-marie. Le soufre provenant de la

décomposition des polysulfures s'agglomère. Reprendre par quelques centimètres cubes d'eau, bien écraser le soufre avec l'extrémité d'un agitateur, rincer ce dernier d'un jet de pissette, étendre à 50 centimètres cubes environ avec de l'eau chlorhydrique chaude, laisser une demi-heure environ au bain-marie et filtrer dans un Erlenmeyer de 750 centimètres cubes.

Laver le soufre resté sur le filtre à l'eau chlorhydrique chaude. Faire bouillir et précipiter par un excès (30 cm3) de chlorure de baryum cristallisé à 100 grammes par litre, étendu de son volume d'eau et porté lui-même à l'ébullition. Laisser bouillir une demi-heure. Laisser refrodir. Filtrer sur filtre sans cendre. Calciner et peser.

soit p' le poids de SO4Ba.

$$SO4Ca = p' \times 0{,}583$$

$$SO4Ca = \frac{p' \times 0{,}583}{2\ p}$$

5°) — Dosage du soufre des polysulfures.

Prélever à la pipette 25 centimètres cubes de liqueur (= pg), les recevoir dans un bécher de 300 centimètres cubes, ajouter 50 centimètres cubes d'eau distillée et décomposer par un excès (10 cm3) de ClH à 22° Baumé.

Dans ces conditions, on décompose le polysulfure de calcium avec formation de SH2 et dépôt de S des polysulfures et l'hyposulfite de calcium avec production de SO2 et dépôt de S, le sulfate de calcium restant inattaqué.

Evaporer à sec au bain-marie et reprendre par 25 centimètres cubes d'eau régale (2 parties de NO3H 36° baumé, plus une partie ClH 22° baumé) et quelques gouttes de brome, couvrir d'un verre de montre et chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution totale du soufre. Evaporer à sec au bain-marie, reprendre par quelques centimètres cubes d'eau chlorhydrique à 10 % chaude et faire passer le tout dans un Erlenmeyer de 750 centimètres cubes, en rinçant soigneusement le bécher à l'eau chlorydrique à 10 % chaude.

En solution, nous avons sous forme de sulfate, le soufre de polysulfure, la moitié du soufre de l'hyposulfite et le soufre du sulfate de chaux.

Porter à l'ébullition et précipiter par un excès (50 cm3) de chlorure de baryum à 10 % étendu de son volume d'eau et porté lui-même à l'ébullition.

Laisser bouillir une demi-heure. Laisser refroidir, filtrer sur filtre sans cendre. Calciner et peser, soit p'' le poids SO4Ba.

$$S \text{ correspondant} = p'' \times 0{,}137$$

$$S\ \% = \frac{p'' \times 0{,}137 \times 100}{p}$$

duquel nous devons retrancher :

le S correspondant au SO4Ca et $\frac{S}{2}$ correspondant à S2O3Ca.

$$S \text{ de } S2O3Ca = S2O3Ca \times 0{,}421$$

$$\text{et } \frac{S}{2} = \frac{S2O3\ Ca \times 0{,}421}{2}$$

$$S.\ \text{de } SO4\ Ca = SO4\ Ca \times 0{,}25$$

Donc : S des polysulfures pour 100 =

$$\frac{p'' \times 0{,}137 \times 100}{p} - \frac{S2O3\ Ca \times 0{,}421}{2} + SO4\ Ca \times 0{,}235$$

Remarque :

Le chiffre ainsi obtenu est toujours par excès, parce que SO2 provenant de la décomposition de l'hyposulfite peut réagir sur le SH2, provenant de la décomposition du sulfure, suivant l'équation suivante :

(A chaud) $SO2 + 2\ SH2 = 2\ OH2 + 3\ S.$

mais la quantité d'hyposulfite de calcium est faible et la réaction n'est pas totale. Pour une lessive conte-

nant 1,2 % environ d'hyposulfite et en admettant que la réaction ci-dessus soit complète, on trouve un excès de S des polysulfures de 0,7 %, ce qui représente un maximum.

On pourrait d'ailleurs doser le soufre total du produit par oxydation directe de la liqueur L, en faisant couler très lentement la prise d'essai dans de l'eau régale bromée.

Dans ce cas, il y aurait lieu de soustraire du poids de S total trouvé,

a) Le S du CaS.

b) Le S du S2O3Ca.

c) Le S du SO4Ca.

6° — Dosage du calcium.

Prélever à la pipette 25 centimètres cubes (= pg) de liqueur L ; ajouter 50 centimètres cubes d'eau, décomposer par un excès (10 cm3) de ClH, évaporer à sec au bain-marie, reprendre par l'eau chlorhydrique, bien écraser le soufre aggloméré avec un agitateur, filtrer sur un Erlenmeyer de 750 cm3. bien laver le S sur filtre.

Amener le filtrat presqu'à ébullition, puis ajouter 1 ou 2 gr. d'acide oxalique cristallisé. Cet acide se dissout assez rapidement par agitation dans la liqueur chaude. Neutraliser doucement par l'ammoniaque, ajouter un excès (25 à 30 cm3) d'ammoniaque, porter à l'ébullition et laisser bouiller 10 minutes. L'oxalate de chaux précipité dans ces conditions est grenu et se lave très rapidement à l'eau chaude. Calciner le précipité, peser la chaux après refroidissement.

Soit P le poids trouvé :

$$Ca\ \% = \frac{P \times 0{,}714 \times 100}{p}$$

Le dosage du calcium total est un contrôle analytique permettant de voir si le produit analysé contient un excès de calcium, puisqu'on peut, d'autre part, cal-

culer le calcium correspondant aux différents corps dosés.

Remarque importante.

Il est nécessaire de rincer les pipettes à l'eau distillée, aussitôt après les prélèvements, pour éviter à l'intérieur le dépôt de S colloïdal difficile à enlever. Si ce dépôt venait à se produire dans la verrerie, il faudrait le dissoudre par rinçage à l'hypobromite alcalin.

## LES PETROLES ET LES HUILES BLANCHES

On distingue le pétrole brut et plusieurs produits de distillation : Huiles lourdes, huiles lubrifiantes, pétrole lampant, etc...

### I — NATURE

Le pétrole brut a une action nocive sur les arbres, à cause de la présence des carbures saturés ; on le purifie de diverses manières.

Le pétrole lampant ou kérosène, est un des produits de la distillation du pétrole brut passant entre 150° et 300° tandis que les huiles blanches passent au-dessus de 300°.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Le kérosène est un liquide incolore, obtenu en traitant par l'acide sulfurique et par la soude, les portions de pétrole brut passées entre 150 et 300°. Sa densité est voisine de 0,800. Il ne doit pas être inflammable au-dessous de 35°.

Les huiles blanches sont obtenues par raffinage des huiles lubrifiantes passant au-dessus de 300°. Le raffinage se fait à l'aide de l'acide sulfurique ; il se produit une sulfonation des carbures saturés, que l'on peut éliminer par le gaz sulfureux ; après lavage et dessiccation, on procède à des décolorations. Les produits obtenus, standardisés sont coûteux.

Les caractères généraux des huiles obtenues dépendent d'un certain nombre d'indices que nous allons définir.

A — DENSITE

à 0° C = 0,870
à 20° C = 0,930

B — INDICE DE SULFONATION. — Les carbures non saturés sont doués de propriétés insecticides puissantes, mais peuvent causer des dégâts sévères aux agrumes. Aussi, dans la préparation des émulsions, on tient compte de ne pas dépasser un chiffre maximum.

Pour apprécier la quantité de carbures non saturés, on mesure l'indice de sulfonation. En effet, plus celui-ci est élevé, plus la proportion de carbures non saturés est faible.

Les huiles employées au Maroc ont un indice de sulfonation compris entre 82 et 98.

C — VOLATILITE. — L'huile minérale ne doit pas être trop volatile, afin que son action sur les insectes se prolonge pendant plusieurs jours. On admet généralement qu'une huile ne doit pas perdre plus de 2 % de son poids à 110° C.

De plus, ces huiles sont caractérisées par leur température de distillation. Les huiles employées au Maroc distillent à 335° C.

D — VISCOSITE. — La viscosité est très importante, car d'elle dépend le temps pendant lequel l'huile restera sur la plante. A 30° C, elle doit entre comprise entre 1,5 et 3,25° Engler.

En Amérique, les huiles sont classées d'après leur viscosité : en huiles lourdes, en huiles moyennes et en huiles légères.

E — POURCENTAGE D'EAU. — Il est variable suivant les qualités d'huile.

F — NEUTRALITE. — Il est indispensable que les huiles employées soient aussi neutres que possible ; le

risque de brûlure par huiles acides n'existe évidemment pas pour les suspensions savonneuses, dont la réaction est alcaline.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

### A — ACTION SUR LES INSECTES

On a cru longtemps, que l'activité des huiles blanches était due à leur volatilité, les vapeurs empêchant l'absorption d'oxygène par les tissus. On s'est aperçu au contraire, que les produits les plus volatils étaient les moins actifs. La mort de l'insecte survient par suffocation, après absorption par la trachée. D'autre part, l'insecte est isolé de l'atmosphère par la couche d'huile qui l'enveloppe, ce qui peut hâter sa mort. Les émulsions de pétrole à forte concentration dissolvent la carapace des Pseudococcus et des Icerya, atteignent et bouchent leurs stigmates et les asphyxient.

### B — ACTION SUR LES VEGETAUX

Les huiles faiblement raffinées (60 % de non sulfonable), à la dose de 3 à 4 % d'huile pure, ne provoquent pas de dégâts en hiver, alors qu'en été, elles ont une action nocive. Il faut alors employer des huiles hautement raffinées (90 % de non sulfonable) à la dose de 1 à 1,5 % d'huile pure.

Malgré toutes les précautions prises, il peut y avoir une altération de la feuille, un ralentissement de la floraison, une diminution de l'acidité des fruits, dus au fait que l'arbre est isolé de l'atmosphère par la couche d'huile qui le recouvre.

## IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

### A — CARACTERISTIQUES DES EMULSIONS

Une huile minérale ne peut donner une émulsion stable avec l'eau que sous l'action d'un produit ayant des propriétés dites émulsifiantes.

La meilleure émulsion est celle dont l'huile reste le plus longtemps en place sur l'arbre, une faible proportion seulement s'écoulant avec l'eau.

B — CLASSIFICATION DES EMULSIONS

On distingue trois catégories d'émulsions :

1°) — Les huiles miscbiles. L'agent d'émulsion est un mélange de savon et de phénol. Elles contiennent 85 à 90 % d'huile, et sont très efficaces contre les cochenilles à enveloppes cireuses. On s'en sert pour les traitements d'hiver. Le degré de viscosité et l'indice de sulfonation sont sans importance.

2°) — Emulsions savonneuses. L'agent d'émulsion est le savon seul. Elles contiennent 73 à 95 % d'huile, leur viscosité est de 1° 5 à 2° 5 (degré Engler), l'indice de sulfonation varie de 54 à 95.

3° — Emulsions non savonneuses. Les agents d'émulsion sont variables. Leur viscosité est de 2° à 3° 5 (Engler), l'indice de sulfonation varie de 82 à 98. Ce sont les plus employées.

C — PREPARATION DES EMULSIONS

Les procédés en sont gardés secrets. Au Maroc, on se sert d'une émulsion de 85 % d'huile de pétrole dans une savon liquide, l'oléate d'ammonium, qui est un émulsifiant puissant sous un faible volume, additionnés d'une petite quantité de caséinate d'ammonium, qui est protectrice contre le salin des eaux. C'est cette crème délayée dans un peu d'eau, puis diluée à 2 %, avant l'emploi, qui est projetée sur les arbres.

V — ESSAI ET DOSAGE DES HUILES BLANCHES

A — POUR LES PRODUITS COMMERCIAUX

(Renfermant une proportion plus ou moins grande d'huile).

1°) — Dosage de l'eau. Chauffage de l'huile au réfrigérant à reflux en présence de toluène, et mesure du volume d'eau entraîné. Cette étude fait l'objet d'un chapitre spécial.

2°) — Dosage de l'huile totale. Peser exactement environ 10 grammes de l'échantillon préalablement homogénéisé par agitation dans un flacon d'es-

sai spécial de 45 à 55 centimètres cubes de capacité, dont le col comporte une graduation.

Appareil :

a) — Flacon d'essai en verre, dont la capacité jusqu'à la base du col est d'environ 100 centimètres cubes. Le col du flacon porte une partie graduée de 0 à 10 correspondant au volume de 10 centimètres cubes, divisée en 1/10 de centimètres ;

b) — Pipette de 10 centimètres cubes à 1 trait.

c) — Agitateur pouvant être introduit dans le flacon d'essai.

Diluer avec 10 centimètres cubes d'eau, et ajouter 5 à 10 centimètres cubes de SO4H2 (1 + 1).

Placer le flacon dans un bain-marie bouillant pendant 5 minutes et ajouter suffisamment de solution saturée de ClNa, pour amener la partie huileuse dans la portion graduée du col du flacon d'essai. Centrifuger 5 minutes, refroidir, lire le volume occupé par l'huile. Déterminer sa densité. En déduire le poids de l'huile et son pourcentage dans l'échantillon. Du chiffre trouvé déduire le pourcentage des acides gras (et des phénols, s'il y a lieu) qui auront été dosés séparément.

3°) — Dosage du savon. — Peser 20 grammes d'échantillon dans un entonnoir à séparation, ajouter 60 centimètres cubes d'éther de pétrole, extraire le mélange une fois avec 20 centimètres cubes et quatre fois avec 10 centimètres cubes d'alcool à 50 %. Si c'est nécessaire, casser l'émusion avec 1 à 2 centimètres cubes de CHNa concentrée. Séparer les couches alcooliques et les laver à l'éther de pétrole. Placer l'extrait alcoolique dans un bécher, évaporer l'alcool par chauffage au bain-marie. Dissoudre le résidu dans environ 100 centimètres cubes d'eau, rendue alcaline par CHNa. Transvaser la solution dans un entonnoir à séparation, aciduler par ClH ou SO4H2. Extraire trois fois à l'éther et laver deux fois les extraits éthérés avec OH2. Evaporer dans un bécher taré au bain-marie, et peser les acides gras. En déduire le pourcentage de savon en l'exprimant à l'état d'oléate de Na ou de K.

B — POUR LES HUILES.

1°) — Densité. — Définition :

Rapport entre la masse d'un volume du corps à une température déterminée, à la masse du même volume d'eau pure à + 4°.

En France, la température du corps dont on détermine la densité est fixée, par convention, à plus 15°.

2°) — Mesure de la densité. — Emploi des densimètres.

Ces appareils indiquent à 15°, la masse en grammes de 1 décimètre cube de liquide. Le liquide dont on veut mesurer la densité doit avoir une température aussi voisine que possible de 15° ; une correction doit être effectuée suivant la température. Cette correction est donnée par des tables spéciales.

3°) — Viscosité Engler.

Définition. — La viscosité Engler est exprimée par le quotient obtenu en divisant le temps nécessaire pour l'écoulement de 200 centimètres cubes d'huile, à la température de l'expérience, par celui que nécessite l'écoulement de 200 centimètres cubes d'eau à 20°.

a) Appareil :

Le viscomètre Engler est formé essentiellement par un réservoir métallique A, destiné à recevoir l'huile, et au bas duquel un trou calibré permet l'écoulement du liquide. Tout ce dispositif est entouré d'un réservoir B formant thermostat. Le vase A porte sur sa paroi intérieure trois petites pointes métalliques p, fixant le niveau du liquide. Le tube d'écoulement t, qui doit être en métal inoxydable (platine, argent, laiton platiné) est fermé par la tige C qui traverse le couvercle en son centre. La pointe de cette tige est en bois correctement taillé.

La rampe à gaz annulaire D, servant à chauffer le bain-marie B, est mobile ; on peut également utiliser des résistances électriques, pour réaliser le chauffage.

La fiole de mesure E dans laquelle s'écoule l'huile est un verre pyrex. Elle est munie de deux traits de jauge ; à 100 centimètres cubes et à 200 centimètres cubes ; Sa hauteur est de 20 à 22 centimètres, et sa capacité totale telle qu'elle puisse contenir toute l'huile s'écoulant de l'appareil (240 cm3).

Deux thermomètres, dont on doit contrôler l'exactitude, sont placés, l'un à T1 dans le liquide du bain-marie, l'autre T2, dans l'huile en expérience. Un petit agitateur à palette F permet de rendre uniforme la température du bain. Jusqu'à 100 degrés, ce bain est constitué par de l'eau ; au-dessus de 100°, on emploie le plus fréquemment de l'huile minérale, quoique sa conductibilité calorifique soit mauvaise ; il est préférable d'utiliser à sa place de l'aniline ou du nitrobenzène. Pour les mesures se faisant au-dessus de 150°, on doit employer un viscosimètre brasé spécialement, car les soudures de l'appareil ordinaire sont trop facilement fusibles.

b) Mode opératoire :

L'huile à étudier est d'abord filtrée à travers un tamis à mailles de 0 mm. 3 de façon à retenir les impuretés solides éventuelles, puis elle est chauffée lentement, et avec agitation, dans une petite casserole, à une température légèrement supérieure à celle de la mesure (de 0° 5 à 1°). Pendant ce temps, on porte le bain extérieur à une température un peu plus élevée que celle de la mesure, et réglée approximativement comme suit :

REGLAGE DE LA TEMPERATURE DU THERMOSTAT.

| Température de la mesure | Température du bain |
|---|---|
| — 20° | — 21° |
| 0° | — 0°,5 |
| + 20° | + 20° |
| + 50° | + 75°3 |
| + 75° | + 101° |
| + 100° | + 152° |

La tige obturatrice et les thermomètres étant mis en place, on verse l'huile dans le viscosimètre. Pour rendre

la température bien uniforme, on agite avec le thermomètre en faisant tourner le couvercle ; on manœuvre également l'agitateur du bain-marie.

Quand la température de l'huile a exactement la valeur prévue, on enlève la tige obturatrice et on déclanche un chronomètre précis au 1/5ème de seconde. La fiole où s'écoule l'huie devra être exactement centrée sous l'appareil, sans être isolée calorifiquèment. Pendant toute la durée de l'écoulement, la température du bain doit rester fixée à la valeur correspondante donnée par le tableau ci-dessus.

Dès que le trait de jauge à 200 centimètres cubes est atteint, on arrête le chronomètre. Le quotient du temps d'écoulement, par la constante de l'appareil, donne la valeur de la viscosité Engler de l'huile à la température de l'expérience.

La correspondance entre la viscosité cinématique, les degrés Engler et les secondes Saybolt, est indiquée dans un tableau établi à cet usage.

Précision de la mesure. Pour les huiles de viscosité moyenne, l'erreur sur la viscosité à 50° va de 1 à 2 %. Pour les huiles visqueuses, elle est de 3 à 7 %.

4°) — Dosage de l'eau. Principe :

Distillation de l'huile au réfrigérant à reflux, en présence de toluène et mesure du volume de l'eau entraîné.

a) Appareil :

1°) — Ballon à fond rond de 200 centimètres cubes.

2°) — Allonge spéciale permettant de relier le ballon A au réfigérant ascendant ; elle est munie d'un tube gradué dans lequel se sépare l'eau entraînée.

3°) — Réfrigérant de Liebig. L'ensemble de l'appareil est monté comme l'indique la figure ci-après.

b) Réactifs :

Xylène sec.

c) Mode opératoire :

Introduire dans le ballon 50 centimètres cubes de xylène et un poids P de produit ; puis verser par le réfrigérant 50 centimètres cubes de xylène dans l'appareil. Chauffer à feu nu, de façon à obtenir une distillation assez rapide. Lorsqu'on n'aperçoit plus de gouttelettes d'eau se déposer dans le tube gradué de l'allonge, arrêter le chauffage, laisser refroidir et au moyen d'un agitateur, faire tomber les gouttelettes d'eau qui adhérent aux parois du tube et du réfrigérant.

Rincer le réfrigérant avec un peu de xylène, laisser décanter et mesurer le volume de l'eau dans le tube gradué. Calculer le poids de l'eau contenu dans 100 grammes de produit.

5°) — Indice de sulfonation.

a) Principe :

Action de l'acide sulfurique concentré sur un volume connu d'huile de pétrole, et mesure du volume d'huile non attaquée après réaction.

b) Appareil :

Appareil identique à celui employé pour le dosage de l'huile totale.

c) Réactifs :

Acide sulfurique pur à 95 pour cent de $SO_4H_2$ en poids (65°,85 baumé).

Sulfate neutre d'éthyle.

d) Mode opératoire :

Verser 10 centimètres cubes d'huile dans le flacon d'essai au moyen de la pipette qui est laissée à égoutter pendant trente minutes. Rincer la pipette avec $SO_4H_2$ à 95 % jusqu'à ce qu'elle soit propre, en recueillant l'acide dans le flacon.

Ajouter $SO_4H_2$ jusqu'à ce que le niveau du liquide atteigne la naissance du col gradué du flacon. Agiter pendant une heure au moyen de l'agitateur c. L'agitation terminée, rincer la tige de l'agitateur avec un peu de sulfate d'éthyle que l'on recueille dans le flaçon. Ajouter du sulfate d'éthyle jusqu'au sommet de la graduation.

Placer le flacon pendant quinze heures dans une étuve à 50-60°. Laisser refroidir pendant deux heures à la température du laboratoire et lire le volume d'huile restant. Exprimer l'indice de sulfonation par le nombre de centimètres cubes d'huile non attaquée, pour cent centimètres cubes d'huile initiale.

6°) — Volatilité.

Elle est déterminée par la distillation. Cette distillation donne les caractéristiques suivantes :

Point initial de distillation,

Volumes passés à des températures déterminées.

Point final.

Résidus et pertes.

L'appareil et le mode opératoire sont inspirés des indications de la norme Afnor B6 42 Avril 1937, relative à la distillation des huiles combustibles. Ils ont été modifiés en vue de leur application aux huiles de pétrole insecticides.

a) Appareillage :

On emploie l'appareil d'Engler, en remplaçant le ballon d'Engler par le ballon normal de Saybolt.

b) MODE OPERATOIRE

Le bain réfrigérant sera rempli d'eau à une température de + 33°, + 38° et on laissera monter la température au cours de la distillation pour arriver vers + 80° à la fin de l'opération.

Le tube condenseur doit être parfaitement propre. Il est recommandé de se servir pour le nettoyage d'un tissu attaché à une corde ou à un fil de cuivre. 200

centimètres cubes d'huile de pétrole, mesurés à une température de + 20° , soit avec une éprouvette graduée, soit avec une pipette de 200 centimètres cubes, soit de préférence, par pesée dans le ballon même, seront introduits dans le ballon Saybolt.

Veiller à ce qu'aucune goutte ne pénètre dans le tube de dégagement.

Le ballon chargé dans lequel on aura adapté le thermomètre gradué de 0 à 450°, sera placé sur l'ouverture centrale de 70 mm. de diamètre du petit carton d'amiante. Sa position doit être ajustée de façon telle que le tube de dégagement pénètre dans le tube condenseur d'une longueur comprise entre 2 centimètres 5 et 5 centimètres.

Le chauffage direct sera appliqué au ballon d'une façon uniforme et réglé pour que la première goutte de distillat tombe du tube condenseur en un temps compris entre 10 et 15 minutes.

Lorsque la première goutte tombe dans l'éprouvette graduée, on lit la température (point d'ébullition initial). A ce moment, on déplace légèrement l'éprouvette de façon que sa paroi interne vienne au contact du bec condenseur.

Le chauffage sera ensuite réglé de telle façon que la distillation ait lieu régulièrement à une vitesse de 8 à 10 centimètres cubes par minute.

Dans le cas où la mesure des 200 centimètres cubes aura été faite en se servant de l'éprouvette graduée, précédemment définie, on recueillera le distillat dans la même éprouvette sans la nettoyer.

Présentation des résultats :

Noter le point initial et le point final, les volumes du distillat et du résidu. Evaluer les pertes par différences. Dresser le tableau des volumes recueillis aux différentes températures, en ayant soin, s'il y a lieu, de faire la correction du zéo du thermomètre. Noter la pression barométrique en vue de la correction évenutelle de pression.

## LE PERMANGANATE DE POTASSIUM

Le permanganate de potassium est employé couramment par le Planteur, en vertu de ses propriétés désinfectantes et antiseptiques.

### I — NATURE

Le permanganate est obtenu en chauffant au rouge sombre un mélange de bioxyde de manganèse pulvérisé (40 parties), de chlorate de potassium (35 parties), et de potasse caustique (50 parties) dans un creuset de fonte. Il se forme une masse verte de manganate de potassé mélangée à du chlorure de potassium, qui reprise par 2.000 parties d'eau et additionnée d'acide nitrique donne le permanganate.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Le permanaganate de potassium cristallise en prismes rhomboïdaux, droits, anhydres, de couleur violet noir et de reflets métalliques. Sa densité D = 2,7. Il se dissout dans 16,9 parties d'eau froide et dans 3,3 parties d'eau bouillante, en donnant une solution violette. Les acides sulfuriques et azotiques ne décomposent pas cette solution, mais l'acide chlorydrique la décolore en dégageant du chlore. Le sel est inaltérable à l'air.

La chaleur décompose le permanganate à 240° avec formation de bioxyde de manganèse et de manganite de potassium.

### III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

Ces propriétés oxydantes lui confèrent un pouvoir désinfectant, en particulier sur les spores des champignons. Mais son action n'est pas de longue durée, car il est rapidement réduit par les matières organiques. Il s'emploie en solution pure à raison de 250 grammes par hectolitre d'eau, quelquefois additionné de chaux. Certains agrumiculteurs le mélangent à la bouillie bordelaise, pour ajouter à celle-ci une action immédiate.

## IV — ESSAI ET DOSAGE DU PERMANGANATE DE POTASSIUM.

### A) REACTIONS

En liqueur neutre ou alcaline, le permanganate donne de l'oxyde brun de manganèse.

En liqueur acide, il donne un sel de manganèse et un sel de potassium incolores.

En présence d'acide chlorydrique, il se décompose avec dégagement de chlore.

### B) ESSAI

Il doit être exempt de chlorures, de sulfates, d'azotates et de métaux lourds.

1°) — Chlorures : On chauffe, au bain-marie, 0 gr. 10 de permanganate de potassium avec 10 cc. d'eau et 1 cc. d'alcool. On filtre, on ajoute au filtrat limpide une goutte d'acide azotique et cinq gouttes de nitrate d'argent (R). Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 d'acide chlorhydrique pour 1.000.

2°) — Sulfates : On chauffe, au bain-marie, 0 gr. 25 de permanganate de potassium avec 10 cc. d'eau distillée et 1 cc. d'alcool. On filtre. On ajoute au filtrat une goutte d'acide chlorhydrique et cinq gouttes de chlorure de baryum (R). Si un trouble se produit, il ne devra pas être supérieur à celui obtenu en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,005 d'acide sulfurique pour 1.000.

3°) — Nitrates : On chauffe, au bain-marie, 0 gr. 50 de permanganate de potassium avec 10 cc. d'eau distillée et 1 cc. d'alcool. On filtre. Dans un tube à essai, on verse 2 cc. de solution sulfurique de sulfate ferreux. On ajoute sans mélanger 2 cc. de la solution précédente. On ne doit pas observer de coloration à la surface de séparation des deux liquides.

4°) — Plomb, métaux lourds : Chauffer au bain-marie 0 gr. 25 de permanganate de potassium avec 10 cc. d'eau distillée, et 1 cc. d'alcool. On filtre. On ajoute au filtrat 1 cc. d'acide acétique dilué (R) et une goutte de monosulfure de sodium (R). Il ne devra pas se produire de coloration brune.

C) DOSAGE DU SEL PUR

Une prise d'essai voisine de 0 gr. 30 de permanganate est dissoute dans 10 cc. d'acide sulfurique dilué, on la titre par la solution normale d'acide oxalique. 1 cc. de cette solution correspond à 0 gr. 0316 de $MnO_4K$.

Le produit officinal doit contenir 99 % de sel pur. La présence de sulfates, de très petites quantités de sodium ou de calcium n'est pas nuisible en phytopharmarcie.

## LE SOUFRE

Le soufre est un des principaux fongicides employés en agrumiculture.

I — NATURE

Très répandu dans la nature, on le trouve à l'état natif près des volcans, ou bien sous la forme de sulfures métalliques de fer, de cuivre, de zinc, d'antimoine ou de sulfate.

Le soufre ainsi obtenu contient 50 % d'impuretés. Il est soumis à une fusion dans des chaudières en fonte à 140°. Les vapeurs refroidies donnent une poudre fine: la fleur de soufre. Avant volatisation, si on le coule, il peut donner le soufre en canons.

II — PROPRIETES ET CARACTERISTIQUES

Solide, fond entre 110 et 120°. Insoluble dans l'eau, soluble dans le sulfure de carbone et les solvants organiques, principalement le benzène et le xylène. Il brûle en donnant du $SO_2$.

Adhérence :

La forme des grains joue un rôle dans l'adhérence. Le soufre sublimé, ressemblant à des globules serait le plus adhérent.

Mouillabilité :

A cause de son insolubilité, le soufre reste à la surface de l'eau et serait de ce fait facilement entraîné par l'eau de pluie. Pour obvier à cet inconvénient, on ajoute un mouillant, soit du savon, soit du caséinate de chaux.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES ET TOXICITE

### A — ACTION DU SOUFRE SUR LES CHAMPIGNONS

La volatilité du soufre lui donne une action de contact sur le champignon, ce qui rend important le coefficient de mouillabilité du produit.

### B — ACTION SUR LES ARBRES

Les soufres impurs, souvent acides, peuvent occasionner des lésions au feuillage, les soufres purs, en favorisant la végétation, sont complètement inoffensifs.

## IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

### A — SOUFRE SUBLIME OU FLEUR DE SOUFRE

Cette sorte est la meilleure, elle forme une poudre fine, de densité 2,07, contient 98 % de soufre libre, 0,5 % de cendres et 0,5 % d'humidité.

### B — SOUFRE TRITURE

Obtenu par trituration du soufre en canon. Contient 95,5 % de soufre libre, 2 % de cendres et 0,5 % d'humidité.

### C — SOUFRE PRECIPITE

Obtenu en pharmacie en traitant par l'acide chlorhydrique les polysulfures alcalins en solution aqueuse.

Industriellement le soufre précipité du commerce, ou soufre noir, est obtenu dans la fabrication du gaz d'éclairage. Il contient 25 à 30 % de soufre libre et beaucoup d'impuretés qui occasionnent des brûlures.

## V — ESSAI ET DOSAGE DU SOUFRE

### A) ESSAI

1°) — Finesse : Vérifier le degré de finesse garanti par le numéro de tamis. Le produit doit passer, sans laisser de résidu notable, au travers du tamis dont le numéro est désigné.

Le numéro d'un tamis indique le nombre de fils tendus dans chaque sens dans un carré de 27 millimètres de côté. Un examen microscopique est souvent instructif.

2°) — Dosage de l'humidité et des cendres : Dans une capsule de porcelaine tarée, placer 5 grammes de soufre à essayer. La capsule est mise dans une étuve réglée à 90-95° où elle séjourne pendant 2 heures. Laisser refroidir sous un exsiccateur et peser. La perte de poids, généralement faible, représente l'humidité.

La capsule est alors portée sur un simple bec jusqu'à incinération complète. Une nouvelle pesée donne le poids des matières minérales.

Si le produit paraît notablement impur, on effectuera le dosage du soufre libre ou de toutes matières étrangères dont on aurait constaté la présence.

### B — DOSAGE DU SOUFRE LIBRE.

Un gramme de soufre finement broyé est attaqué dans un ballon d'un demi-litre de capacité, par 10 centimètres cubes de lessive de soude à 36° baumé, exempte de sulfates, et 20 centimètres cubes d'eau. Après 5 minutes d'ébullition, rassembler, avec un jet d'eau bouillante, les parcelles adhérentes aux parois du ballon, et faire bouillir de nouveau pendant un quart d'heure environ.

Laisser refroidir, transvaser dans un ballon jaugé de 100 cm3 et affleurer. Agiter, filtrer et, sur et filtrat qui renferme tout le soufre à l'état de polysulfure et d'hyposulfite, prélever 25 cm3 qu'on oxyde à l'ébullition par cinq additions successives, de 5 centimètres cubes

chacune d'hypobromite de Na récemment préparé comme suit :

| | |
|---|---|
| Brome ..... | 2 cm3 |
| Lessive de soude .... | 10 cm3 |
| Eau ..... | 20 cm3 |

Retirer du feu et ajouter peu à peu, en agitant fortement, de l'acide chlorydrique (1 + 2) jusqu'à réaction fortement acide, décélée par la coloration rouge du brome libre. Faire bouillir de nouveau pour finir l'oxydation, et pour chasser l'excès de brome dont une trace, pourtant, ne gênerait pas le dosage. Laisser refroidir et amener à 100 cm3. Prélever 40 centimètres cubes de cette liqueur qu'on précipite à l'ébullition par 10 centimètres cubes de solution de chlorure de baryum à 10 pour cent. Le précipité de sulfate de baryum qu'on recueille, calcine, et pèse, corespond à 0 gr. 1 de substance analysée.

Si le produit primitif renferme des sulfates, il va de soit qu'on les dose par un essai préliminaire.

Remarque. — Ce procédé est aussi applicable pour doser le soufre dans les sulfures, polysulfures, sulfites et hyposulfites.

## C — DOSAGE DE L'INSOLUBLE DANS LE SULFURE DE CARBONE

Le dosage est pratiqué dans le cas du soufre sublimé ou fleur de soufre.

Dans un ballon bouché à l'émeri, introduire 1 gr. de soufre à essayer et 30 cm3 de sulfure de carbone. Agiter une première fois au début de l'opération et de nouveau après une demi-heure, une heure, une heure et demie, puis laisser reposer jusqu'à la fin de la deuxième heure.

Prélever alors, au moyen d'une pipette, 10 cm3 de la solution surnageante et évaporer dans un vase de bohème taré, avec les précautions voulues en raison de la lourdeur des vapeurs du sulfure de carbone et leur inflammabilité, vers 170°

Peser le résidu. En déduire le soluble et l'insoluble pour cent.

## LA NICOTINE ET LES JUS DE TABAC

La nicotine fut découverte en 1828 par Raimann et Posselt qui la retirèrent des feuilles de tabac. Le jus de tabac était depuis très longtemps utilisé comme insecticide.

### I — NATURE

L'action inseciticide du tabac est due à des alcaloïdes dont le principal est la nicotine. La synthèse de la nicotine a été réalisée en 1904 par Pictet et Rotschy, ce qui permit d'établir sa formule développée.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

La nicotine est un liquide incolore, de densité voisine de 1, miscible à l'eau, très facilement soluble dans les solvants organiques. Avec l'eau, elle présente le phénomène de miscibilité partielle. Au-dessous de 210° et au-dessus de 60°, les deux liquides ne sont pas miscibles en toutes proportions, alors qu'au-dessous de 60° et au-dessus de 210°, il y a miscibilité en toutes proportions.

### III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES ET TOXICITE

La nicotine étant très volatile, ce qui diminue sa permanence, donc son efficacité, on emploie en général des sels insolubles tels que les tannates, ou des combinaisons avec des résines synthétiques.

La nicotine est essentiellement un poison nerveux. Elle attaque les ganglions du sympathique et du parasympathique et provoque une paralysie au niveau du nerf. L'intoxiqué éprouve une sensation de brûlure à la bouche, des vomissements suivis de diarrhée, le cœur faiblit, la respiration s'accélère, puis la mort survient par asphyxie.

Pour traiter l'intoxication, on procèdera à un lavage de l'estomac avec une solution de lugol diluée, suivie de respiration artificielle et d'administration de cardiotoniques.

Action particulière sur les insectes :

La nicotine est pour les insectes à la fois un insecticide par contact, par ingestion et par voie respiratoire. Elle agit aussi sur les œufs dont elle traverse les parois. Son action primordiale entraîne une paralysie des centres nerveux.

Action particulières sur les végétaux :

Elle n'a pas d'effets nocifs qui méritent d'être notés.

IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

En France, elle se vend sous les formes suivantes :

Jus de tabac contenant de 8 à 20 % d'alcaloïdes par litre.

Extraits titrés à 500 grammes de nicotine base par litre, (densité 1, 75) qui sont les plus employés. Ces extraits sont obtenus par dénicotinisation des tabacs, ou à partir de résidus de tabac inutilisables.

Extraits titrés à 200 grammes par litre.

Jus titrés à 10 grammes ou 20 grammes par litre.

Spécialités à base de nicotine pure : ce sont des solutions de nicotine (de 10 à 40 % de nicotine pure) additionnées de mouillants (savons) qui sont ensuite diluées de façon à ce que la nicotine soit concentrée à 1/1.000.

Bouillies nicotinées à 1/1.000

Poudres nicotinées à 1/100

Fumigations nicotinées.

Mélangé à une substance combustible, l'alcaloïde se dégage rapidement au moment de la combustion.

V — ESSAI ET DOSAGE DE LA NICOTINE

A — ESSAI

CARACTERISATION QUALITATIVE DE LA NICOTINE.

1°) — Réaction de Kœnig = A. 5 cm3 d'une solution aqueuse de nicotine neutralisée, on ajoute 1 cm3 d'une

solution de bromure de cyanogène, préparée extemporanement par l'addition à l'eau saturée de brome d'une solution de cyanure de potassium à 1/10 jusqu'à décoloration. On porte au bain-marie deux minutes puis on ajoute 3 cm3 d'une solution de benzidine à 1 0/00. Il y a apparition d'une coloration jaune orangée qui permet un dosage colorimétrique.

2°) En milieu chlorhydrique, elle donne un précipité blanc avec l'acide silicotungstique.

B — DOSAGE

1°) — Principe : Séparation de la nicotine par entraînement à la vapeur d'eau, puis dosage de la nicotine, soit par acidimétrie, soit par précipitation à l'état de silicotungstate de nicotine et pesée du résidu après calcination.

2°) — Réactifs : Solution d'acide silicotungstique à 120 grammes par litre.

Solution de soude caustique à 400 grammes de CHN par litre.

Acide chlorhydique (1 + 4) mélanger 1 volume de ClH pur à 22° Baumé et 4 volumes d'OH2.

Liqueur titrée de SO4H2 N/10,

Liqueur titrée de CHNa N/10,

Solution d'alizarine-sulfonate de soude à 1 gr. par litre.

3°) — Mode opératoire :

a) Cas d'un tabac ou d'un extrait nicotinisé.

Peser une quantité de substance renfermant 0 gr. 1 à 1 gr. de nicotine, les introduire dans le ballon à distillller B de l'appareil à entraînement à la vapeur. Ajouter quelques fragments de paraffine pour éviter les mousses, alcaliniser avec un léger excès de solution de OHNa, en employant la phénolphtaléine comme indicateur, rincer rapidement les parois du ballon avec 100 cm3 d'OH2. Entraîner à la vapeur en recueillant le distillat dans un bécher contenant 10 cm3 de ClH

(1 + 4). Faire plonger la pointe de l'allonge C dans le liquide. Le courant de vapeur doit être assez rapide, et on doit conduire la distillation de façon à réduire le plus possible le volume du liquide dans le ballon, tout en évitant les soubresauts.

Distiller jusqu'à ce que quelques centimètres cubes du distillat additionnés d'une goutte de ClH diluée ne donnent plus d'opalescence avec une goutte de la solution d'acide silicotungstique.

Etendre le distillat à un volume connu ; si c'était nécessaire, on pourrait concentrer par évaporation au bain-marie, à condition de rester en milieu nettement acide. Reprendre une partie aliquote de distillat contenant de 0 gr. 01 à 0 gr. 1 de nicotine ; Pour chaque 100 centimètres cubes de solution, ajouter 3 centimètres cubes de ClH (1 + 4), et précipiter à froid par la solution d'acide silicotungstique (1 cm3 pour 0 gr. 01 de nicotine). Agiter à plusieurs reprises en frottant les parois du vase au moyen d'un agitateur. Laisser reposer 12 heures en agitant de temps en temps, afin de donner au précipité une texture cristalline. Filtrer sur filtre sans cendre, laver avec ClH (1 + 1.000) ; calciner pendant 10 minutes sur un bon bec Bunsen et peser.

Le poids du résidu multiplié par 0,114 représente le poids de la nicotine dans la prise d'essai.

Remarque. — Dans le cas d'un tabac très pauvre en nicotine, l'échantillon à prélever pour le dosage peut être trop important pour pouvoir être soumis à l'entraînement à la vapeur décrit ci-dessus. Dans ce cas, opérer de la façon suivante :

Extraire l'alcaloïde par l'ébullition de l'échantillon de tabac au réfrigérant à reflux avec 25 fois son poids de ClH à 0,5 % (soit un volume de ClH à 22° baumé, et 75 volumes d'OH2). Au bout d'une demi-heure, refroidir, filtrer à travers un tampon de coton, laver à l'eau froide.

La solution chlorhydrique renfermant la nicotine, ou une partie aliquote, est alors concentrée, introduite

dans le ballon de l'appareil à entraînement. Après neutralisation par OHNa, distiller dans un courant de vapeur et continuer comme il a été indiqué ci-dessus.

b) Cas d'un sel pur de nicotine :

Dans le cas où la nicotine se trouve dans le produit à l'état de sel pur de nicotine, seul ou mélangé avec une substance inerte, il n'est pas nécessaire d'effectuer la précipitation du silicotungstate de nicotine, le titrage direct de l'alcaloïde par acidimétrie donnant des résultats suffisamment précis. Opérer de la manière suivante :

Entraîner à la vapeur en milieu alcalin un échantillon de produit contenant environ 0 gr. 3 de nicotine, en se conformant au mode opératoire précédemment décrit. Recueillir le distillat dans 50 cm3 de SO4H2 N/10, coloré par quelques gouttes d'alizarine-sulfonate de soude, et titrer l'acide non neutralisé par la nicotine, au moyen d'une liqueur titrée de OHNa N/10. Soit n centimètres cubes (50 — n) représente le volume de SO4H2 N/10, neutralisé par la nicotine.

Or : 1 cm3 SO4H2 N/10 → 0 gr. 0162 de nicotine.
Le poids de la nicotine en gramme dans la prise d'essai est donc :

$$(50 - n) \times 0{,}0162.$$

Remarque. — Le titrage acidimétrique direct, dans le cas d'un tabac, conduirait à des résultats trop forts.

C — ESSAI DES NICOTINES COMMERCIALES (Javillier)

La nicotine possède, comme on le sait, un pouvoir rotatoire élevé ; la pyridine au contraire ou ceux de ses homologues dont la présence est ici plus vraisemblable, sont inactifs sur la lumière polarisée. Les substances inactives seront décelées en superposant au dosage volumétrique un dosage optique.

B — DOSAGE OPTIQUE

Pour un jus à 5 % de nicotine, prendre 5 gr. de ce jus étendu avec Q. S. d'eau pour 100 centimètres cubes acidifiés avec ClH 10 %, de façon que l'acidité soit

1 p. 1.000 ; précipiter en ajoutant l'acide silicotungstique jusqu'à ce qu'une nouvelle addition d'acide silicotungstique ne produise plus de précipité, (environ un peu moins de 10 fois la quantité de nicotine à précipiter). On abandonne quelques heures puis lavage du précipité, décomposition, entraînement de l'alcaloïde. Le dosage volumétrique fait à l'aide d'acide sulfurique, on précipite à nouveau la nicotine qui vient d'être titrée par l'acide silicotungstique ; pour faciliter l'opération, acidifier avec ClH et ajouter 1 à 2 % de chlorure d'ammonium ; Le silicotungstate de nicotine est recueilli, lavé, décomposé par la soude diluée et la solution renfermant la nicotine libre est introduite dans une petite ampoule à décantation et agitée avec du chloroforme. Epuiser 3 fois et avec une quantité suffisante pour que la solution chloroformique de nicotine occupe un volume final de 5 à 10 cm3. Examiner 1 ou 2 centimètres cubes au polarimètre.

Le pouvoir rotatoire spécifique de la nicotine en solution chloroformique à 20° et à la concentration de 1 à 2 % est de 161° 55. Appliquer la formule : $p = \frac{\alpha V}{(\times) DL}$ ; on déduit facilement de la déviation observée « α » le poids de nicotine qui devra coïncider sensiblement avec celui fourni par le dosage volumétrique.

C — DOSAGE PONDERAL. — On décompose le silicotungstate alcaloïdique par l'ammoniaque étendue (5 %). Epuiser au chloroforme comme précédemment ; la solution aqueuse renfermant le silicotungstate d'ammonium sera d'autre part évaporée ; le résidu calciné et le mélange de Si O2 et WO3 pesé. Son poids multiplié par 0,1139 donnera la nicotine correspondante, chiffre qui doit coïncider avec les deux précédents. Les chiffres sont concordants pour la nicotine pure ; la concordance est moins rigoureuse pour les jus de tabac, la nicotine n'étant pas le seul alcaloïde du tabac.

## PRODUITS UTILISES SOUS FORME SOLIDE

— Dichlorodiphenyltrichlopéthane ou D. D. T.
— Engrais.
— Hexachlorohexane.
— Plantes à roténone.
— Pyrèthres et pyréthrines.
— Sulfate de fer.
— Sulfate de manganèse.
— Sulfate de zinc.

## LE DICHLORODIPHENYLTRICHLOROETHANE D.D.T. NEOCIDE OU GESAROL

### I — NATURE

C'est un insecticide très puissant, obtenu pour la première fois par Zeidler en 1874. Les propriétés insecticides furent mises en évidence en 1939 par un pur hasard par P. Muller, de la S. A. Geigy à Bâle. Cette découverte allait donner au D.D.T. un rôle immense à jouer dans le déroulement de la guerre.

Partant du paradiphénytrichloroéthane, Muller essaya 48 combinaisons différentes. Le Dieu hasard fit que Muller s'arrêta au cas le plus favorable. A part le diparafluorophénytrichloroéthane, aucun dérivé ne s'est montré plus actif.

Pour le préparer, on condense du chloral et du chlorobenzène, au sein de l'acide sulfurique concentré et à froid. Le produit obtenu est lavé, essoré et relavé à l'eau Il renferme 85 % de D.D.T. et 15 % d'un dérivé chloré actif, mais instable.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Il se présente sous la forme d'une poudre blanche, dont le point de fusion est de 108°. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les huiles et dans les solvants organiques. Il est stable vis-à-vis des produits chimi-

ques et peu volatile. Son action est lente et irréversible. Sa dissolution dans les huiles peut provoquer des accidents.

## III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

Il possède une grande toxicité pour les animaux à sang froid seulement. Il agit comme insecticide de contact et d'ingestion. Son action n'est pas immédiate. on distingue deux phases : une phase active : lorsque la mouche se pose sur la surface poudrée au D.D.T., l'absorption se fait au niveau des pattes et est suivie d'une phase d'excitation intense ; une phase de survie : la paralysie du système nerveux commence ensuite, affectant tous les organes de la mouche, qui finalement se retourne et meurt.

## IV — ESSAI ET DOSAGE DU DICHLORODIPHENYL-TRICHLOROETHANE

### A — ESSAI

Les poudres insecticides à base de D.D.T., renfermant 5 à 10 % du produit technique, on commence par extraire ce dernier par l'éther. Aptès élimination du solvant, on pèse le résidu sur lequel on fera les essais suivants :

1°) — Caractères physiques.

2°) — Résidu d'incinération : au plus 1 %.

3°) — Dosage du chlore par hydrogénation à l'aide du zinc et de l'acide acétique (la réduction ne porte que sur 3 atomes de chlore, sur 5 contenus dans la molécule).

On peut aussi traiter par la potasse alcoolique qui élimine une molécule de ClH, à partir du dérivé normal « di-para », alors que dans les mêmes conditions, le dérivé « ortho-para » ne cède que 7 % de chlore.

### B — DOSAGE COLORIMETRIQUE

Nitration par l'acide sulfonitrique, puis extraction par l'éther ; le solvant étant ensuite évaporé, on reprend par $C_6H_6$ et on fait agir le méthylate de sodium. On

obtient un dérivé coloré stable pendant une heure trente minutes, qui est le dérivé tétra-nitré et tétra-méthoxylé.

Le chlorure d'aluminium peut aussi donner une coloration rouge, mais trop peu stable.

La méthode de dosage colorimétrique sera probablement celle adoptée officiellement aux Etats-Unis.

Une légère pulvérisation par cm2 entraîne la mort des insectes pendant cinq à six semaines. Si l'hexachlorocylohexane est quatorze fois plus actif que le D.D.T., son action est mille fois moins prolongée et son odeur est très désagréable.

V — PRESENTATION

A — Poudre de talc mélangée avec 5 à 10 % de D.D.T. (Néocide).

B — Suspensions aqueuses de D.D.T. 0,10 % à 5 % (Gesapan).

C — Solutions dans solvants organiques. Ces solvants sont des hydrocarbures acycliques ou cycliques.

D — Aerosols ; on détend une solution de D.D.T. dans un gaz inflammable comme le préon (difluorochlorométhane), le brouillard microscopique obtenu recouvre toutes les surfaces environnantes.

Les produits contenant une forte proportion de D.D.T. doivent être colorés en violets et additionnés d'un produit odorant.

VI — USAGES

Employé en agrumiculture surtout contre Ceratitis capitata.

## LES ENGRAIS

L'emploi des engrais est nécessaire dans la culture des agrumes, même en terre fertile, car les récoltes appauvrissent le sol en éléments essentiels.

### I — NATURE DES ENGRAIS

#### A — ENGRAIS AZOTES.

On emploie le nitrate de soude, l'urée, le sulfate d'ammoniaque, le sang desséché, les ordures ménagères.

#### B — ENGRAIS POTASSIQUES.

On emploie le chlorure de potassium, le sulfate de potassium, le carbonate de potasse.

#### C — ENGRAIS PHOSPHATES.

On emploie les phosphates calciques naturels, les phosphates des os, les superphosphates.

#### D — ENGRAIS AZOTES ET POTASSIQUES.

On emploie surtout le nitrate de potasse.

#### E — ENGRAIS AZOTES ET PHOSPHATES.

On emploie le guano, la poudre d'os, les tourteaux, les superphosphates azotés.

#### F — ENGRAIS VERTS.

Les diverses espèces cultivées sont les moutardes blanches et noires, le mélilot, l'orge, les vesces et l'avoine. Il faut noter que le planteur a intérêt à employer des semences de première qualité.

### II — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

#### A — ENGRAIS AZOTES.

Les arbres ont besoin d'azote. Les carences d'azote affaiblissent l'arbre, les excès nuisent aussi, car la formation du bois se fait aux dépens de la fructification ; la maturité des fruits est retardée et la grosseur de leur peau augmente, ce qui diminue leur possibilité de vente à un prix maximum.

B — ENGRAIS POTASSIQUES.

La potasse est un élément de première nécessité pour l'arbre. Absorbée en grande quantité, les fruits obtenus après maturation ont une peau plus mince, moins de peaux intérieures et plus de résistance aux diverses pourritures. De plus l'arbre lui-même, s'il est abondamment traité à la potasse, a un bois dur, ce qui le rend moins sensible au froid et aux divers insectes parasites.

C — ENGRAIS PHOSPHATES.

On trouve beaucoup d'acide phosphorique dans les fruits qui ,en son absence, ne se développeraient pas normalement.

D — ENGRAIS AZOTES ET POTASSIQUES
ET ENGRAIS AZOTES ET PHOSPHATES.

Ils renferment dans des proportions variables les divers éléments que nous venons d'examiner et doivent être utilisés par le planteur suivant les besoins de ses arbres.

E — ENGRAIS VERTS.

En se décomposant dans le sol, dans la couche superficielle, comme dans la zone des racines, les engrais verts améliorent la qualité du sol ; ils augmentent le pouvoir d'inhibition ; les acides organiques qui se forment rendent assimilables les éléments nutritifs ; de plus, ils facilitent la pénétration de l'eau et réduisent l'érosion.

De nombreuses analyses il résulte que l'azote, l'acide phosphorique et la potasse sont contenus dans les fruits dans les proportions suivantes :

| | Azote % | Acide phosphorique % | Potasse % |
|---|---|---|---|
| Oranges douces | 0.190 | 0.058 | 0.219 |
| Mandarines | 0.156 | 0.056 | 0.257 |
| Citrons | 0.151 | 0.058 | 0.253 |
| Pomelos | 0.110 | 0.050 | 0.237 |
| Kumquats | 0.136 | 0.053 | 0.271 |
| Moyennes | 0.149 | 0.055 | 0.253 |

Les proportions sont donc de 3 parties d'azote, 1 partie d'acide phosphorique et 5 parties de potasse. Un arbre donnant en moyenne 300 kilogrammes de fruits, extrait du sol pour ses fruits, 450 grammes d'azote, 150 grammes d'acide phosphorique et 750 grammes de potasse. Mais il a aussi besoin de ces divers éléments pour sa vie propre, et ses exigences varient avec son âge.

Pour les arbres jeunes, l'engrais doit contenir en moyenne 4 % d'azote, 6 % d'acide phosphorique et 4 % de potasse. Pour les arbres vieux, 3 % d'azote, 8 % d'acide phosphorique et 10 % de potasse. Il faut toutefois tenir compte, le cas échéant, de la quantité d'azote apportée par les engrais verts.

Les applications d'engrais se font surtout au printemps. Il faut aider l'arbre, qui, bien que produisant encore, commence à se préparer à la reproduction des fleurs de la récolte suivante.

## III — ESSAI ET DOSAGE DES ENGRAIS

Les opérations d'échantillonnage sont importantes, car, en général, la matière proposée n'est pas homogène. Il y aura lieu de prendre des échantillons moyens prélevés sur divers sacs et sur diverses parties de ces sacs. Si le produit est par lui-même trop hétérogène, comme certains guanos, il faut séparer les diverses parties par tamisage, constater leur poids respectif et échantillonner à part les deux sortes de matières, pour en faire séparément la prise d'essai, après pulvérisation pour l'analyse.

### A) ESSAI DES ENGRAIS AZOTES

Il y aura lieu de doser l'acide nitrique.

1°) — Dosage de l'acide nitrique dans un nitrate de soude.

Principe : la méthode officielle est celle de Schloesing basée sur la réaction suivante :

$$NO3M + 3\ Fe\ Cl2 + 4\ ClH = NO + 3\ Fe\ Cl3 + 2\ H2O + ClM$$

Du volume de bioxyde d'azote produit, on déduit la quantité d'acide nitrique cherchée.

Réactifs :

Solution titrée contenant 66 grammes de nitrate de soude pur et sec par litre.

Solution de chlorure ferreux obtenue en dissolvant à chaud 200 grammes de pointes de fer dans la quantité suffisante d'acide chlorhydrique et en complétant le volume de 1 litre.

Mode opératoire :

L'appareil se compose d'un ballon de 200 cc. avec bouchon de caoutchouc à deux trous : l'un qui livre passage à un tube à brome semi-capillaire plongeant jusqu'au fond du ballon. L'autre qui reçoit le tube adducteur en contact avec la cuve d'eau.

On dissout 66 gr. de nitrate de soude à analyser dans la quantité suffisante d'eau pour faire 1.000 centimètres cubes.

On introduit dans le ballon 40 cc. de chlorure ferreux, puis, par tube à brome, on verse 40 cc. d'acide chlorhydrique en arrêtant l'écoulement avant que tout l'acide ne soit engagé dans le tube semi-capillaire. On chauffe ensuite le ballon afin d'en chasser tout l'air qu'il contient ; ce résultat est atteint après 5 à 6 minutes d'ébullition ; il ne se dégage plus que de la vapeur qui se condense au contact de l'eau froide de la cuve. A ce moment, sans interrompre l'ébullition, on place sur l'extrémité du tube à dégagement, une éprouvette graduée de 100 cc. exactement remplie d'eau. On verse ensuite dans le tube à brome 5 cc. de liqueur titrée de nitrate et à l'aide du robinet, on fait pénétrer peu à peu cette solution dans le ballon, en arrêtant l'écoulement avant que la boule ne se soit complètement vidée. On lave cette dernière à trois reprises avec 5 cc. d'acide chlorhydrique, en évitant toujours d'entraîner de l'air et d'interrompre l'ébullition que l'on prolonge jusqu'au moment où le volume du bioxyde d'azote n'augmente plus. Ce résultat étant atteint on maintient l'ébullition et l'on substitue une deuxième éprouvette graduée et pleine d'eau, à la première. On fait ensuite écouler 5 cc. du liquide à analyser, on rince à trois reprises avec 5 cc. d'acide chlorhydrique et on opère comme précédemment pour dégager le bioxyde d'azote.

On place enfin sur la cuve à eau, l'une à côté de l'autre, les deux éprouvettes graduées en égalisant les niveaux de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur pour lire les volumes gazeux sous la pression atmosphérique. Si V est le volume du bioxyde d'azote fourni par la solution du nitrate à essayer, la quantité de nitrate pur contenue dans 100 parties de ce dernier est

$$\frac{V1 \times 100}{V}$$

Remarques :

A) - Le titre de la solution de nitrate de soude pur a été fixé à 66 grammes par litre parce que, dans les conditions de l'expérience, cette quantité donne un volume de gaz voisin de 100 cc.

B) - Si l'engrais à essayer est du nitrate de potasse, la prise d'essai sera de 80 grammes au lieu de 66.

2°) — Dosage de l'azote ammoniacal

Si l'engrais est riche en sels ammoniacaux (tel le sulfate d'ammoniaque), on en pèse 20 grammes que l'on dissout ou que l'on épuise au moyen de l'eau de manière à obtenir 1.000 cc. de solution. On introduit 25 cc. de cette dernière soit 0 gr. 05 d'engrais dans l'appareil de Schloesing avec environ 100 grammes d'eau distillée et 2 grammes de magnésie calcinée. On fait bouillir et on recueille l'ammoniaque dans une quantité connue d'acide sulfurique titré. Le dosage de l'acide resté libre, effectué avec une solution titrée de soude ou de potasse, fait connaître la quantité d'ammoniaque cherchée.

Dans le cas d'un engrais complexe, contenant des produits humiques ou du phosphate ammoniaco-magnésien insoluble dans l'eau, l'épuisement doit être fait avec de l'eau chlorhydrique.

B — ESSAI DES ENGRAIS POTASSIQUES

Principe : On dose la potasse anhydre K2 O après avoir transformé la prise d'essai en platine.

Réactifs :

Solution titrée de chlorure de platine à 10 %.

Mode opératoire :

Selon la richesse en potasse présumée, on pèse de 10 à 50 gr. d'engrais, que l'on dessèche d'abord complètement, puis que l'on calcine légèrement pour détruire les matières organiques et chasser l'ammoniaque qui pourrait y exister.

On dissout la masse calcinée dans l'eau distillée chaude, on décante sur un filtre et on lave jusqu'à épuisement. Après refroidissement on porte le volume de la solution à 500 cc. ou 1.000 cc.

On prélève ensuite de cette solution un volume représentant 0 gr. 10 à 0 gr. 20 de potasse. Pour cela on doit connaître approximativement la teneur en potasse de l'engrais à analyser, sinon on fait un essai préalable.

On rend le liquide franchement acide par Hcl, on évapore à quelques centimètres cubes, on ajoute 8 à 10 cc. de solution de chlorure de platine à 10 % et, sans se préoccuper des autres corps étrangers, chaux, magnésie, acide sulfurique, on évapore dans une petite capsule de porcelaine au bain-marie, en ayant soin de placer entre la capsule et le métal du bain-marie un disque d'amiante, pour éviter la surchauffe. Il faut éviter une dessication complète ; lorsque la consistance est devenue pâteuse, on laisse refroidir : le résidu se prend en masse ; on l'additionne d'un mélange à volumes égaux d'alcool à 90° et d'éther anhydre et on le broie dans ce mélange, avec l'extrémité d'un agitateur de verre ; on laisse déposer, on décante sur un petit filtre, et on continue ces lavages, qui se feront chaque fois avec 5 cc. au plus du mélange, jusqu'à ce que les liqueurs filtrées passent absolument incolores.

On dissout dans l'eau bouillante le sel restant dans la capsule, ou retenu par le filtre, en recueillant la solution dans un vase conique. On ajoute à cette dernière un peu d'acide chlorhydrique pur, puis on l'additionne peu à peu de fragments de magnésium jusqu'à ce que la liqueur soit complètement décolorée et que le magnésium se dissolve sans que sa surface soit ternie. Le platine qui est alors précipité est très facile à laver et n'adhère pas aux parois. On l'entraîne sur un filtre sans plis. On incinère ce filtre après lavages et calcination et on calcine le platine résiduel, dont le poids multiplié par 0,4774 donnera le poids de potasse anhydre K2 O contenu dans la prise d'essai.

## C — ESSAI DES ENGRAIS PHOSPHATES

Principe : On dose l'acide phosphorique total et pour cela on le précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Réactifs :

Solution de citrate d'ammoniaque préparée avec 400 grammes d'acide citrique pur et 500 centimètres d'ammoniaque à 22° B.

Réactif magnésien préparé en dissolvant 290 gr. de chlorure de magnésium et 150 gr. de chlorhydrate d'ammoniaque dans 100 cestimètres cubes d'ammoniaque et la quantité suffisante d'eau pour faire 1.000 centimètres cubes.

Mode opératoire :

Dans un ballon de 200 grammes environ, on attaque 1 gr. du produit pulvérisé par 10 cc. d'acide chlorhydrique et l'on maintient le tout à l'ébullition pendant 6 minutes, en projetant, par très petites portions, 1 gr. de chlorate de potasse pulvérisé dans le liquide bouillant. On ajoute ensuite 10 cc. d'une liqueur obtenue en dissolvant à froid, jusqu'à saturation de l'acétate de soude cristallisé, dans l'acide acétique pur étendu de son volume d'eau ; puis on verse dans le mélange 30 cc. d'eau chaude sans retirer le feu. Lorsque la liqueur est en plein ébullition, on y projette 2 gr. d'oxalate d'ammoniaque et on continue à chauffer pendant 2 ou 3 minutes encore. On retire du feu, on introduit le contenu du ballon dans un matras jaugé de 200 cc., on complète le volume après refroidissement et on filtre.

On met dans un verre 100 cc. du filtrat et 20 cc. de la solution de citrate d'ammoniaque qui a pour but de maintenir en dissolution le fer et l'alumine.

Pour précipiter l'acide phosphorique on ajoute 50 cc. d'ammoniaque à 22° B et 10 cc. du réactif magnésien, et on agite le liquide sans toucher aux parois du verre. On laisse déposer au moins 12 heures, puis on

décante la liqueur claire surnageante sur un petit filtre plat placé sur un entonnoir à filtration rapide. Lorsque le liquide clair est égoutté aussi complètement que possible, on verse sur le précipité resté dans le verre 8 à 10 cc. d'eau ammoniacale au 1/10 et on lave, par décantation d'abord, et ensuite sur le filtre, avec de l'eau ammoniacale au même titre, jusqu'à ce que la solution filtrée ne précipite plus par le sulfate de soude ce qui est généralement obtenu au bout de quatre à cinq lavages. Les dernières portions de précipité adhérentes au verre, seront frottées avec un agitateur garni de caoutchouc, puis avec un peu d'eau et apportées sur le filtre.

Le dosage sera terminé en desséchant le filtre et en l'incinérant avec son contenu, ajoutant quelques gouttes d'acide azotique, desséchant et incinérant de nouveau, puis multipliant le poids du résidu par 0,639 et par 200 pour ramener les résultats à 100.

D) — ESSAI DES SUPERPHOSPHATES.

Principe :

Les superphosphates, résultant de l'attaque des phosphates naturels par les acides minéraux, principalement SO4 H2 sont des mélanges de composition variable contenant des proportions plus ou moins fortes d'acide phosphorique libre, de phosphates acides de calcium et de magnésium, de phosphates bi ou tricalciques, de sulfate de chaux et de quelques autres impuretés. On aura donc à doser l'acide phosphorique total, l'acide phosphorique soluble dans l'eau, l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

Réactifs :

Solution de citrate d'ammoniaque (comme ci-dessus).

Solution magnésienne (comme ci-dessus).

## DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE TOTAL.

On emploie la même technique que dans le cas des engrais phosphatés.

## DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE SOLUBLE DANS L'EAU ET DANS LE CITRATE D'AMMONIAQUE.

Ces deux dosages se font sur la même prise d'essai.

1°) — On pèse 1 gr. 50 du produit réduit en poudre, que 'on dépose au fond d'un mortier en verre. On ajoute 20 cc. d'eau distillée, on délaie légèrement et, après une minute de repos, on décante la partie surnageante dans un entonnoir à filtration rapide garni d'un filtre plat et placé sur un matras jaugé de 150 cc. Cette opération est renouvelée trois fois et on termine par un broyage intime de la matière avec de l'eau distillée. Lorsqu'on a atteint le volume de 100 cc. environ, avec la liqueur filtrée, on entraîne le résidu sur le filtre et on continue le lavage pour parfaire le volume à 150 cc. On a ainsi une première liqueur dont on prélève de 25 à 100 cc. représentant de 0 gr. 25 à 1 gr. de matière, qu'on additionne, dans un verre de 20 cc. de la solution de citrate d'ammoniaque, de 10 cc. de réactif magnésien et de 50 cc. d'ammoniaque. On agite sans toucher les parois du verre, et après repos de 12 heures on achève le dosage comme dans le cas des engrais phosphatés.

2°) — Le filtre de la précédente opération est détaché de l'entonnoir et introduit dans un matras jaugé de 150 cc. avec 60 cc. de citrate d'ammoniaque. Le matras est bouché et agité violemment pour désagréger le filtre et mettre en suspension les phosphates résiduels; On ajoute alors 60 cc. d'eau distillée, on agite et on laisse en contact pendant 12 heures au moins et 24 heures au plus. On complète ensuite le volume de 150 cc. avec de l'eau distillée ; on filtre après agitation, et sur 50 ou 100 cc. de filtrat, on précipite dans un verre, par 10 cc. de liqueur magnésienne, sans mettre de citrate d'ammoniaque, puisqu'il en existe dans la liqueur. Après repos on achève le dosage comme ci-dessus.

3°) Si de l'acide phosphorique total on retranche la somme des acides phosphoriques solubles dans l'eau et dans le citrate, on a l'acide phosphorique uniquement soluble dans les acides.

4°) Parfois il est nécessaire de doser l'acide phosphorique soluble dans le citrate. Dans ce cas, on mélange les prises d'essai de la solution aqueuse et de la solution citro-ammoniacale, avant la précipitation à l'état de phosphae ammoniaco-magnésien.

## L'HEXACHLOROCYCLOHEXANE OU HCH (HEXACHLORURE DE BENZENE OU GAMMEXANE)

### I — NATURE

C'est un composé $C_6H_6Cl_6$, préparé par Faraday en 1925, mais ce n'est qu'en 1940 que ses propriétés insecticides furent mises en évidence par deux Français: A. Dupire et M. Raucourt.

C'est un insecticide de contact.

Pour le préparer, on fait passer un courant de chlore dans du benzène surmontant une solution de soude caustique diluée à 10 %. Il se forme des stéréo isomères 70 %, 5 % 10 % et 15 % dont l'isomère est le seul toxique pour les insectes.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Le produit fabriqué est donc un mélange de 4 isomères ; l'isomère rentre pour 12 % dans le produit brut.

C'est une poudre blanche à odeur camphrée, fondant à 132° insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'acétone. Sa volatilité est lente, il dégage une odeur de moisi. Il est soluble dans les solvants organiques, 32 gr. par litre de pétrole, 41 gr. par litre de gasoil, 147 gr. par litre de trichloroéthylène.

### III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

C'est un insecticide de contact et d'ingestion. Son action n'est pas immédiate. En effet on distingue deux phases très distinctes :

A — LA PHASE ACTIVE, qui cesse avec le « Knock-out point », c'est-à-dire au moment où la mouche ne peut plus se redresser quand on la couche.

B — LA PHASE DE SURVIE, la paralysie gagne alors les centres nerveux de l'insecte, et la mort survient au bout d'un certain nombre d'heures.

La toxicité d'HCH sur l'homme et sur les animaux supérieurs est très faible, seule une action irritante sur les muqueuses est à noter. C'est un insecticide très puissant, mais son action est moins persistante que celle de la D. D. T., ce qui en limite l'emploi.

## IV — PRESENTATIONS COMMERCIALES

On le trouve dans le commerce mélangé à du gypse, en solution huileuse, ou parfois associé à du sulfure de calcium. Il est aussi dissout dans le pétrole ou le gas-oil. Ces préparations commerciales contiennent 10 à 15 % de dérivé . Si on le préparait à l'état pur il serait 9 à 10 fois plus actif et d'un grand secours pour le Maroc dans la lutte antiparasitaire et surtout dans la lutte contre les acridiens migrateurs.

## V — USAGES

Employé quelquefois dans la lutte contre ceratitis capitata, mais supplanté par la D.D.T.

## VI — ESSAI DE L'HEXACHLOROCYCLOHEXANE

Il consiste à identifier les différents stéréo-isomères, en se basant sur leur point de fusion et sur leur caractère de solubilité.

A — Stéréo-isomère Point de fusion 158° ; le plus abondant soluble dans le chloroforme et le benzène.

B — Stéréo-isomère Point de fusion 297°, cubique, peu soluble dans le chloroforme et le benzène.

C — Stéréo-isomère Point de fusion 112°, cristallise dans l'acide acétique.

D — Stéréo-isomère Point de fusion 129°, très soluble dans tous les solvants.

## LES PLANTES A ROTENONE

Les plantes à roténone sont très employées par les Planteurs, seules ou mélangées à d'autres insecticides.

### I — NATURE

Suivant leur origine on distingue trois groupes :

INDO-MALAISIE = Derris Elliptica,

AMERIQUE DU SUD = Lonchocarpus Nicou (cubé),

AFRIQUE = Tephrosia Oogelü Hook.

Les racines et les tiges sont utilisées dans la fabrication des poudres insecticides.

Ces poudres sont diluées avec une matière inerte (talc, argile ou terre d'infusoire), ou dissoutes dans un solvant organique (benzène, éther ou acétone), émulsionné dans l'eau et additionné d'un mouillant (alcool sulfuré).

### II — COMPOSITION CHIMIQUE

Le principe actif de ces plantes est la roténone du nom japonais « Roh-ten » ; sa formule brute est C23 H22 06.

### III — PROPRIETES ET CARACTERES

Elles se présentent sous la forme de cristaux incolores, à l'état pur. Très solubles dans le trichloréthylène, dans le chloroforme, dans le benzène et dans le tétrachlorure de carbone, elles sont pratiquement insolubles dans l'eau. Leur solubilité croit avec la température. A la lumière, elles se décomposent en s'oxydant et perdent leurs propriétés toxiques. Elles se décomposent aussi en milieu alcalin, ce qui élimine les mouillants alcalins et en solution aqueuse diluée ce qui oblige à ne faire les solutions qu'au moment de l'emploi.

On a noté, d'autre part, que le pouvoir toxique des extraits éthérés est en effet supérieur à celui de la quantité de roténone qu'ils renferment. Aux Etats-Unis, on définit les qualités toxiques d'un insecticide à base

de roténone en fixant les quantités de roténone pure et d'extrait éthéré qu'il renferme et qui sont respectivement de 4 % et de 17 % au minimum pour des produits de bonne qualité.

## IV — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES ET TOXICITE

La roténone agit sur les centres nerveux de l'insecte et provoque l'arrêt des centres respiratoires. Elle agit uniquement sur les animaux à sang froid.

Pour l'homme, la préparation des insecticides à base de roténone provoque des démangeaisons, des éternuements, des conjonctivites, qui sont des accidents généralement bénins. Par contre, en cas de blessure, la roténone peut passer dans la voie sanguine et provoquer des phénomènes de paralysie, sans grande gravité toutefois.

## V — PRESENTATIONS COMMERCIALES

### A — POUDRES

Ce sont des poudres de Derris et de Lonchocarpus diluées dans des substances inertes à un taux de 0,25 à 0,75 % de roténone.

Elles sont mises en suspension dans l'eau avec un mouillant (savon) et employées en pulvérisation.

### B — EXTRAITS LIQUIDES

Ce sont des solutions dans l'eau d'extrait acétonique dont le titre est d'environ 1 % de roténone. On se sert aussi d'extraits obtenus par dissolution dans le benzène, dans le chloroforme, etc... dans les mêmes conditions.

De même que le pyrèthre, il faut noter que la roténone ne doit pas être associée avec les substances à réaction alcaline.

## VII — ESSAI ET DOSAGE DE LA ROTENONE

### A — ESSAI CARACTERISATION QUALITATIVE DE LA ROTENONE PURE :

1°) elle donne avec $SO_4H_2$ concentré une coloration jaune virant au rouge violet par le nitrite de sodium.

2°) dissoute dans l'acétone à 1/1.000 et additionnée d'un volume égal d'acide nitrique, on laisse trente secondes en contact. On dilue avec de l'eau, on neutralise avec de l'acide acétique et on alcalise par l'ammoniaque. Il se forme une coloration bleue, qui peut permettre un dosage colorimétrique.

3°) à une solution acétonique préparée comme précédemment (2 cm3) on peut ajouter une solution acétonique de thymol à 1/10 (5 cm3), (0,1 cm3) de solution à 3 % de $H_2O_2$ et (5 cm3) d'acide chlorhydrique. En trente secondes il se forme une coloration rouge vif, qui, abandonnée dans un tube pendant vingt minutes, dans un thermostat à 20°, sert à faire un dosage colorimétrique.

CAS D'UNE POUDRE ROTENONEE PURE : Une partie de poudre + 10 parties d'acide acétique glacial. Laisser macérer à froid pendant une heure. Prélever 2 centimètres cubes de ce liquide, y ajouter 2 cm3 de $NO_3H$ concentré : on obtient une coloration rouge foncé.

CAS D'UNE POUDRE DILUEE DANS UN SUPPORT INERTE : 2 cm3 d'extrait acétonique + 2 cm3 de $NO_3H$ concentré. On obtient une coloration rouge se développant plus rapidement par un léger chauffage au bain-marie.

CAS DE RACINES EN MORCEAUX

Sur les racines en morceaux, il faut tenir compte du fait que les petites racines renferment toujours plus de roténones que les grosses. D'autre part, sur la poudre, il faut retenir que les poudres grossières s'épuisent moins bien que les poudres fines. Les poudres tamisées au tamis n° 22 du Codex (1/2 fines) conviennent bien.

1°) — Qualitatif. On peut déceler « in situ » la roténone dans les coupes de racines, par comparaison de celles traitées ou non au préalable par le chloroforme pendant une heure (montage en glycérine).

On caractérise la roténone en épuisant 0 gr. 25 de poudre par 10 centimètres cubes d'acétone et en agitant 1 centimètre cube de la solution obtenue avec 1 centimètre cube de $NO_3H$ dans un tube à essai. On laisse reposer trente minutes. On ajoute 8 centimètres cubes d'eau distillée et de l'ammoniaque en quantité suffisante pour neutraliser. On aperçoit une coloration bleue fugace permettant de déceler 1 milligramme de roténone, (40 mg. par 100 centimètres cubes de la poudre essayée).

2°) — Quantitatif. On peut, soit doser l'extrait éthéré, soit doser la roténone elle-même. Ce dosage peut-être chimique ou biologique.

B — DOSAGE. On fait une combinaison de roténone et de tétrachlorure de carbone.

1°) — Méthode pondérale.

C'est la méthode proposée par Raucourt et Bégué :

a) Principe : Le principe de la méhode est le suivant : on prépare un extrait du produit à analyser, auquel on ajoute une quantité connue de roténone pure et on fait cristalliser le complexe (roténone $CCl_4$.) La pureté du complexe est finalement déterminée par mesure de son pouvoir rotatoire en solution benzénique. Une courbe indique le pourcentage en roténone pure.

b) Mode opératoire : Nous nous placerons ici dans le cas d'une poudre de Derris ou de Cubé.

1°) — Détermination de l'extrait dans l'acétate d'éthyle.

Peser une quantité suffisante de matière séchée à l'air et pulvérisée, pour donner environ 1 gr. de roténone. L'humidité de la prise d'essai est généralement comprise entre 3 à 7 %. Pour une teneur présumée de 4 % en roténone, peser 25 gr. de poudre ; pour une

teneur s'abaissant à 1 %, opérer sur 100 grammes. Pour les teneurs inférieures, les résultats seraient peu précis et il est préférable dans ce cas d'employer la méthode colorimétrique.

L'extraction est réalisée au moyen d'acétate d'éthyle, en quantité variable suivant le poids de poudre à extraire. Pour 25 gr. de poudre, employer 400 cm3 de solvant et pour 100 gr., 800 cm3.

L'appareil utilisé pour l'extraction se compose d'un tube de verre pyrex rétréci à l'une de ses extrémités, dans lequel la substance à extraire est introduite. La partie inférieure du tube est munie d'un dispositif filtrant constitué par une couche de coton hydrophile de 1 à 2 centimètres d'épaisseur, deux disques de papier-filtre soutenus par une plaque perforée en nickel. Suivant le poids de matière à extraire, on se sert de tubes de diamètres différents : 20, 25, 40 millimètres. La hauteur des tubes est de 47 centimètres auxquels il faut ajouter 10 centimètres pour la partie effilée.

Le tube est chauffé extérieurement par un bain-marie d'eau chaude qui permet de réaliser l'extraction à la température de 74-76°. Le tube est relié, à sa partie inférieure, à un ballon à distiller de 1 litre, au moyen d'une allonge recourbée, pour diminuer la hauteur de l'appareil. Le ballon est refroidi par un courant d'eau.

Introduire dans le tube une quantité pesée exactement de matière, en évitant à la fois de casser trop, et de laisser des fissures à travers la masse. Placer un tampon de coton au-dessus de la poudre, pour l'empêcher de surnager pendant l'extraction. Adapter le tube sur le ballon à distiller et relier celui-ci à la trompe vide. Introduire de l'eau à 75° dans l'enveloppe et maintenir à cette température pendant toute la durée de l'opération.

Chauffer à 75° la quantité calculée d'acétate d'éthyle la verser dans le tube de façon que la matière à extraire soit entièrement recouverte durant toute l'extraction, Au moyen de la trompe, créer une dépression dans l'appareil et dès que le solvant apparaît

au bas du tube, régler, la trompe de façon à recueillir environ 2 gouttes par seconde. Quand on a fait passer un peu plus de la moitié du solvant, on peut atteindre un écoulement de 4 gouttes par seconde. A la fin de l'extraction, augmenter le débit de la trompe pour chasser les dernières traces d'acétate d'éthyle, retirer du tube le résidu de l'extraction. En prélever un échantillon moyen qu'on extrait à l'acétone et vérifier qu'il ne donne plus la réaction colorée de la roténone et de la déguéline.

Filtrer l'excès dans un ballon à distiller, laver le filtre à l'acétate d'éthyle et distiller au bain-marie jusqu'à ce que le volume de l'extrait soit réduit à 150 cm3 environ. Transvaser dans un ballon de 200cm3 ; rincer à l'acétate d'éthyle, puis continuer la distillation jusqu'à la réduction du volume à 40 - 50 centimètres cubes. Verser l'extrait chaud dans un bécher en verre pyrex de 100 centimètres cubes contenant un agitateur, qu'on aura préalablement taré. Rincer le ballon à l'acétate d'éthyle et évaporer doucement, d'abord au bain-marie en remuant fréquemment, puis sous vide jusqu'à ce que le solvant soit complètement chassé. Peser et déterminer le poids de l'extrait sec par différence.

L'élimination des dernières traces d'éther acétique est très longue par simple chauffage au bain-marie ; on réduit considérablement la durée de l'évaporation en opérant sous vide à la température de 70 - 80°. Pour cela, placer le bécher contenant les résines dans une conserve en verre pyrex de 500 cm3 dans laquelle on fait le vide ; l'action simultanée de la chaleur et du vide permet d'éliminer assez rapidement la totalité du solvant ; cependant on n'atteint pas pratiquement un poids rigoureusement constant.

2°) — Séparation du complexe :

Roténone - Tétrachlorure de carbone.

Ajouter aux résines une quantité suffisante de roténone pure, pour que la teneur en roténone dans le mélange soit au moins 40 p. 100.

Pour chaque gramme de ce mélange, (Roténone plus résines), ajouter 2 cm3 de tétrachlorure de carbone saturé de roténone à la température ordinaire. Tarer le bécher et chauffer doucement au bain-marie jusqu'à dissolution complète. Pour la rendre plus facile, ajouter une dizaine de centimètres cubes de tétrachlorure de carbone pur. La dissolution étant obtenue, concentrer doucement jusqu'à retour à la tare initiale. Placer aussitôt le bécher dans un déssiccateur, contenant un cristallisoir rempli de tétrachlorure de carbone ; on évite ainsi l'évaporation du solvant contenu dans le bécher.

Laisser reposer une nuit à la température ambiante, tarer de nouveau, et, au cas ou il se serait produit une légère évaporation, rajouter une quantité correspondante de tétrachlorure pur.

Filtrer à la trompe sur un filtre en verre d'Iéna n° 1 G4 taré ; séparer le plus possible de résines par pression au moyen d'un agitateur, rincer le bécher et laver le complexe roténone - CCl4 avec 20 cm3 de la solution saturée de roténone dans le CCl4. Sécher à poids constant à 35 - 40°. Le poids obtenu multiplié par 0,719 donne la quantité de roténone brute. Il faut en déterminer la pureté.

3°) — Pureté du complexe :
Roténone - Tétrachlorure de carbone.

Peser 0 gr. 9 à 1 gr. de complexe dans un petit flacon de 30 cm3 bouché émeri et y verser au moyen d'une burette 20 cm3 de benzène cristallisable préalablement porté à la température de 22°. Fermer le flacon et agiter jusqu'à dissolution. Si la solution est limpide et peu colorée, la verser directement dans un tube polarimétrique de 220 millimètres et mesurer son pouvoir rotatoire, la température étant de + 22°. Si la solution benzénique est trouble, la filtrer rapidement en recueillant le filtrant dans le tube où se fera la mesure polarimértique.

Il arrive quelquefois que le complexe soit fortement coloré par une matière colorante extraite par l'acétate

d'éthyle en même temps que la roténone ; la solution de tels complexes dans le benzène est trop teintée pour permettre une lecture facile au polarimètre. Dans ce cas, après avoir dissous le complexe dans le benzène, y ajouter une pincée de « charbon végétal colorant R. P. », agiter pendant 2 à 3 minutes et filtrer dans le tube polarimétrique. Dans ces conditions, la lecture est aisée.

Il est recommandé d'effectuer la mesure du pouvoir rotatoire aussitôt après la dissolution du complexe dans le benzène.

Noter la déviation observée ; du chiffre obtenu, déduire la déviation donnée par le même tube rempli de benzène à 22°.

Une courbe qu'il est facile d'observer d'après le tableau ci-après permet de calculer le poids de roténone contenu dans la prise d'essai et par suite, de calculer la pureté. Du chiffre obtenu, déduire 2,6, après cette déduction, le chiffre de pureté est généralement de 93 à 95 %.

Multiplier le chiffre de roténone brute, par la pureté pour avoir la roténone pure. En retrancher le poids de roténone pure qui a été ajouté au complexe. On obtient ainsi le poids de roténone pure contenu dans l'échantillon analysé.

Voici les angles de rotation de la roténone pure en solution dans le benzène à 22°, dans le tube de 200 millimètres.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Roténone % : | 0,5 | 1 | 2 | 3 |
| Angles de rotation : | 2° 365 | - 4° 620 | - 9° 105 | - 13° 405 |
| Roténone % : | 4 | 5 | 6 | |
| Angles de rotation : | — 17° 585 | — 21° 755 | — 25° 720 | |

2°) — DOSAGE BIOLOGIQUE

Essai sur les mouches par la méthode de Saukowsky et Jernakoff, utilisée pour les pyréthrines. (La grenouille n'est guère utilisable, ni les poissons qui sont très sensibles). Le dosage biologique doit toujours être associé aux dosages chimiques si l'on veut avoir une idée exacte de l'activité (G. Chevallier et R. Laffont). Bull. Ac. Ag. Fr., 1938, 24 (n° 10), p. 380, 386).

## LES PYRETHRES ET LES PYRETHRINES

Le Japon était autrefois et tend à redevenir le maître du marché du pyrèthre dans le monde. En France, il est surtout cultivé dans le midi. Au Maroc où sa culture est répandue, on le trouve surtout sur les contreforts de l'Atlas.

En 1940, la production mondiale atteignait 9.400 tonnes de fleurs dont 7.500 tonnes pour le Japon.

### I — NATURE

Le pyrèthre est un insecticide composé par les capitules d'une Composée : Chrysanthemum cinerariaefolium Trev.

Les principes actifs de la plante sont contenus dans les poils glandulaires et dans les canaux secréteurs de la fleur.

Sa composition chimique est la suivante : on distingue :

A — un alcaloïde : la chrysanthemine,

B — une essence,

C — une cire,

D — des phystostérols,

E — des acides gras non saturés : soleique, linoléique, linolénique,

F — un alcool : le pyréthrol.

Les principes actifs sont surtout les pyréthrines I et II. Ce sont des esters d'un cétone alcool : la pyréthrolone et des acides : Chrysanthème monocarbonique (Pyréthrine I) et Chrysanthème dicarbonique (Pyréthrine II).

On conserve les pyréthrines en milieu alcoolique. 100 kgs de fleurs donnent 500 grs d'un mélange de deux pyréthrines. Ces pyréthrines s'hydrolisent dans l'eau et donnent les deux acides chrysanthèmes : mono et dicarbonique et la pyréthrolone.

## II — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

Les pyréthrines sont des poisons nerveux. Elles sont dépourvues de toxicité pour l'homme et les animaux supérieurs : elles sont seulement toxiques pour les animaux à sang froid.

## III — PRESENTATIONS COMMERCIALES

### A — POUDRES DE FLEURS.

Elles sont extrêmement fines (tamis n° 20) et son associées à des supports ou à d'autres insecticides : le tabac et les roténones. Ces mélanges renferment au minimum 10 % de poudre de pyrèthre pure.

### B — EXTRAITS LIQUIDES

Les fleurs sont plongées dans un solvant organique, le liquide obtenu est distillé et le résidu émulsionné dans l'eau additionnée d'alcool ou de savon noir.

Le savon noir donne de mauvais résultats, car il a le grave inconvénient de décomposer les esters de la pyréthrine.

Les produits employés actuellement dans le commerce se servent comme mouillant, soit de pétrole, soit d'alcools sulfonés, soit d'huiles minérales.

Il faut noter que le pyrèthre est incompatible avec les substances alcalines.

## IV — ESSAI ET DOSAGE DES PYRETHRINES

### A — ESSAI

Détermination de la valeur toxique :

Action d'une solution de 1/100.000 de pyréthrine conduisant à une perte d'équilibre et à la mort en vingt minutes, pour un poisson rouge.

Action sur la mouche. On place les mouches à la glacière pendant un quart d'heure à — 1°. Les animaux sont paralysés, on trie les mâles et on dépose sur le thorax de chacun d'eux une quantité donnée de substance toxique. Les animaux sont alors placés à 28° et on note le pourcentage de mortalité en vingt-quatre heures.

## B — DOSAGE DES PYRETHRINES

Ce dosage est important pour s'assurer de la valeur de la plante ou des produits manufacturés. On opère par voie chimique ou biologique. Il repose sur la propriété qu'ont les sels de baryum ou les acides d'être solubles dans l'eau. (Ripert).

Après saponification par la potasse, on ajoute du chlorure de baryum. Les sels de baryum des acides chrysanthème-carboniques sont en solution. On acidifie et épuise par l'éther qui s'empare des acides. Après distillation de l'éther, on titre l'ensemble des acides par la potasse alcoolique N/5. On décompose les sels de potassium par $SO_4H_2$. N est entraîné par la vapeur d'eau qui déplace le seul acide chrysanthème monocarbonique que l'on titre avec OHK N/50. L'acide dicarbonique est obtenu par différence.

On trouve généralement de 2 à 3 grammes de pyréthrines par kilogramme de fleurs.

1°) — Mode opératoire. — Opérations préliminaires :

a) - Pour un extrait dans l'alcool ou dans tout solvant volatil, on évapore celui-ci au bain-marie bouillant et on opère la saponification sur ce résidu à l'aide de 20 centimètres cubes de potasse normale méthylique pendant une heure et demie.

b) - Pour un extrait dans le pétrole, genre produit à pulvériser sur les mouches, si le produit est parfumé, mettre dans un ballon de 1 litre, 500 centimètres cubes de ce liquide, ajouter 200 centimètres cubes d'eau et distiller les 200 centimètres cubes d'eau, ou plus si c'est nécessaire, en ajoutant de l'eau tant que le produit garde une odeur appréciable. Ensuite, traiter le produit comme en « c ».

c) - Pour un produit dans le pétrole, ou une huile non volatile, non parfumée, introduire dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, 500 centimètres cubes de ce liquide, ajouter 50 centimètres cubes de potasse

normale méthyl-alcoolique, faire bouillir au bain-marie à 85° environ, pendant une heure et demie. Refroidir le ballon, transvaser son contenu dans une ampoule à décanter de 1 litre, ajouter 50 centimètres cubes d'eau et agiter énergiquement. Décanter l'eau et recommencer ce lavage deux fois de suite.

Sur ces eaux basiques, on reprendra le titrage avec la méthode générale.

d) - Pour les produits concentrés dans le pétrole, etc... suivant le taux de concentration, on prendra par exemple : avec un produit destiné à être dilué 20 fois, pour faire un insecticide prêt à l'emploi, 20 cm3 au lieu de 500, avec un produit destiné à être dilué 100 fois, 5 cm3, etc...

e) - Pour les extraits totaux de plantes à l'éther de pétrole, à l'éther sulfurique, etc..., prendre 2 grammes ou en général, une quantité correspondant au minimum à 40 grammes de fleurs.

f) - Pour les produits agricoles destinés à être émulsionnés dans l'eau, chasser sous vide le maximum de solvant, neutraliser l'acidité libre et saponifier comme dans le cas des produits précédents.

g) - Dans le cas d'une poudre de pyrèthre, faire une extraction au Soxhlet pendant huit heures au moins avec de l'éther sulfurique. L'échantillon, finement broyé, devra renfermer l'équivalent en pyréthrines d'au moins 40 grs de fleurs de pyrèthre, ou 2 grs de résines, ou 0 gr. 4 de pyréthrines.

Sur quelque produit que ce soit, avant de mettre la saponification en route vérifier que le produit est bien neutre. S'il est acide, ce qui existe dans la majorité des cas, opérer comme ci-dessus.

Pour un extrait dans le pétrole prendre 500 centimètres cubes, les agiter avec de la potasse aqueuse normale jusqu'à parfaite neutralisation. S'il se produit une émulsion, ajouter quelques centimètres cubes de chlorure de baryum et d'eau salée, pour rompre l'émulsion, éliminer les eaux, filtrer le pétrole sur lequel on fera la saponification.

Pour les produits concentrés dans le pétrole, ou dans d'autres solvants, les dissoudre dans 100 centimètres cubes d'éther sulfurique, ajouter une solution aqueuse de potasse normale jusqu'à parfaite neutralisation, décanter la couche aqueuse qui sera relavée avec 50 centimètres cubes d'éther sulfurique. Les éthers sulfuriques une fois réunis, les laver à l'eau distillée, évaporer l'éther sulfurique dans un ballon à saponifier où on fera la saponification comme plus haut.

Pour les extraits solides, opérer de la même manière que pour les concentrés en les dissolvant dans 100 centimètres cubes d'éther sulfurique.

De même, pour les produits agricoles, une fois les solvants chassés sous le vide, reprendre dans l'éther sulfurique, neutraliser, ajouter du chlorure de baryum si c'est nécessaire, etc...

Titrage proprement dit :

Ces opérations préliminaires étant effectuées, on se trouve en présence des sels de potasse des acides chrysanthémiques. Bien vérifier à la fin du temps de saponification qu'il reste un excès de potasse.

Dans le cas où l'on aurait employé pour la saponification plus de 10 cm3 de potasse alcoolique, chasser l'alcool au bain-marie, reprendre le contenu du ballon à saponification avec 50 cm3 d'eau distillée bien chaude, transvaser dans une ampoule à décanter de 500 cm3. Ces 50 cm3 doivent suffire, dans la majorité des cas, pour reprendre tous les sels de potasse.

Rincer le ballon avec deux fois 50 cm3 d'éther sulfurique pour dissoudre les résines insolubles dans l'eau, pigments, etc...

Au cas où il resterait encore quelque chose dans le ballon, le rincer avec 10 cm3 d'alcool éthylique qui servira plus tard.

L'éther sulfurique de rinçage est réuni à l'eau basique dans l'ampoule à décanter ; une fois celle-ci re-

froidie, agiter l'ampoule énergiquement, ajouter 50 cm3 d'une solution à 25 % de chlorure de sodium purifié.

En général, la décantation des deux couches, éther sulfurique et eau, se fait très bien. Au cas où elle se ferait mal, ajouter les 10 cm3 d'alcool qui ont servi au rinçage du ballon, ou 10 cm3 d'alcol frais. Soutirer la couche aqueuse dans une autre ampoule à décanter, laver deux fois de suite l'éther sulfurique avec 20 cm3 d'eau distillée auxquels on ajoutera 25 cm3 d'eau salée après agitation.

Réunir les solutions aqueuses, ajouter à ces solutions aqueuses 10 cm3 d'une solution de chlorure de baryum saturée, agiter.

Pour rassembler les sels de baryum des acides étrangers, ajouter 100 cm3 d'éther sulfurique et laisser décanter. Le précipité se réunit alors à la limite de séparation des deux couches.

Filtrer la couche aqueuse sur un filtre rapide que l'on pourra garnir, si c'est nécessaire, d'un peu de poudre filtrante (kieselguhr, etc...)

Relaver avec 25 cm3 environ d'eau distillée l'éther sulfurique qui a servi à séparer les acides gras et se servir de cette eau pour rincer le filtre.

Ainsi dans ces eaux basiques réunies, se trouvent les sels de potasse des acides chrysanthémiques.

Verser le premier distillat dans une ampoule de décantation de 200 cm3.

Mesurer 100 cm3 d'éther de pétrole bien neutre et rincer méthodiquement la première fiole conique avec cet éther que l'on verse lui-même dans l'ampoule à décantation.

Soutirer l'eau dans la fiole I et laver l'éther en agitant avec 25 cm3 d'eau distillée salée de façon à finir d'éliminer les acides solubles dans l'eau.

Mettre de côté dans une autre ampoule l'eau épuisée et les 25 cm3 d'eau salée de rinçage.

Dans une fiole conique, préparer 25 cm3 d'eau distillée teintée de rose avec de la phénolphtaléine. Y verser l'éther de pétrole.

L'eau se décolore et l'on titre alors par la potasse aqueuse N/50 en agitant violemment, après chaque addition, de façon à obtenir un bon contact entre la couche éthérée et la couche aqueuse et jusqu'à ce que cette dernière reprenne la teinte rose initiale.

Verser l'éther de pétrole surnageant l'eau du titrage dans l'ampoule contenant l'eau de la première distillation, agiter le mélange, soutirer l'eau que l'on recueillera dans une fiole conique.

Verser l'éther de pétrole surnageant l'eau du titrage dans l'ampoule contenant l'eau de la première distillation, agiter le mélange, soutirer l'eau que l'on recueillera dans une fiole conique.

Verser sur l'éther de pétrole restant dans l'ampoule la deuxième tranche de 100 centimètres cubes d'eau d'entraînement à la vapeur. Rincer la fiole avec 25 centimètres d'éther de pétrole vierge.

Après agitation, l'eau est éliminée et réunie avec la première eau d'entraînement dans l'erlenmeyer, dans lequel on ajoutera encore les 25 centimètres cubes d'eau salée qui vont servir à rincer l'éther de pétrole de la deuxième distillation. Cet éther est versé dans la fiole conique ayant servi au premier titrage où l'eau a dû conserver sa teinte rose.

Acidifier ces eaux avec de l'acide chlorhydrique 4 N. Vérifier que la réaction est franchement acide. Laver l'eau acidifiée trois fois avec 200 cm3 d'éther sulfurique.

L'éther sulfurique qui contient donc les acides chrysanthémiques est lavé, pour éliminer l'acide chlorhydrique qui aurait pu être entraîné, avec trois fois 10 cm3 d'eau salée, saturée, bien neutre.

L'éther sulfurique est alors transvasé dans un ballon de 125 cm3 (qui s'attellera sur l'appareil à entraînement à la vapeur). Distiller l'éther sulfurique.

Le résidu contenu dans le ballon est additionné de 5 cm3 d'alcool neutre à 95° ; ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine et titrer les acides à l'aide de potasse alcoolique N/5.

Pour une bonne analyse, la lecture doit être d'un maximum de 10 cm3. Noter le chiffre de potasse titrée trouvée ; il correspond à la somme des acides mono et bicarboniques.

Ajouter dans le ballon où le titrage vient de se faire, quelques centimètres cubes d'acide sulfurique normal d'un volume moitié moindre que celui de la potasse N/5 trouvée dans la neutralisation. Brancher le ballon sur l'appareil à entraînement et titrer l'acide I comme suit :

Nous recommandons l'emploi de vapeur surchauffée, qui abrège énormément le temps de l'analyse. Régler le surchauffeur de façon que la température de la vapeur se maintienne entre 180 et 200°. Atteler le ballon et régler le débit de façon à condenser 100 cm3 en dix minutes environ (première tranche de 100 cm3).

Après distillation de la première tranche de 100 cm3, remplacer la fiole conique I par une seconde fiole II.

Neutraliser comme dans le premier cas, jusqu'au rose persistant. Le nombre de centimètres cubes de potasse N/5 permet de calculer la teneur en pyréthrine I.

Neutraliser, en présence de phénolphtaléine à l'aide de potasse N/50 les eaux d'entraînement que l'on a mis de côté.

Le chiffre trouvé, assez important dans certains cas est correspondant à des acides gras à bas poids moléculaire, sera soustrait du total pour le calcul de la pyréthrine II.

Au cas où l'on n'aurait pas de surchauffeur, n'importe quel appareil d'entraînement fera l'affaire.

## LE SULFATE DE FER

Le fer est nécessaire à la vie de l'arbre. Les carences en fer sont traitées par addition de sulfate de fer.

### I — NATURE

Dans l'industrie, le sulfate de fer est préparé soit en traitant les vieilles ferrailles par l'acide sulfurique étendu, soit en exposant à l'air humide, des pyrites ferrugineuses.

Ce sulfate de fer ainsi obtenu est trop impur. Il peut contenir des sulfates de cuivre, de zinc, de manganèse, d'alumine, de magnésie, de l'acide arsénieux. On le purifie en faisant bouillir sa solution dans l'eau avec de la limaille de fer, puis on le filtre et on fait cristalliser. La limaille de fer précipite le cuivre, l'arsenic, mais laisse en solution le zinc, l'aluminium, le manganèse et le magnésium, ce qui n'a pas d'inconvénient pour les plantes.

### II — PROPRIETES ET CARACTERES

Il est cristallisé sous la forme de cristaux clinorhombiques à 7 $H_2O$. De couleur verdâtre, de saveur astringente, sa densité =1.233. Il est soluble dans 1,8 partie d'eau froide, dans 0,3 parties d'eau bouillante à 100°. Il perd 6 molécules, soit 38,86 % d'eau, la dernière molécule ne s'échappant que vers 300°.

### III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

Il donne à la plante le fer qui est nécessaire à l'élaboration de la chlorophylle.

### IV — ESSAI ET DOSAGE DU SULFATE DE FER

#### A — REACTIONS.

En solution neutre, l'ammoniaque précipite en blanc verdâtre l'hydoxyde de fer Fe (OH) 2.

Le sulfure d'ammonium précipite le fer à l'état de sulfure de fer noir.

B — ESSAI.

Le sulfate de fer ordinaire est impur. Il peut contenir du sulfate ferrique basique, des sulfates de cuivre, de zinc, d'aluminium, de calcium et quelquefois de l'arsenic, mais il doit être exempt d'acide sulfurique libre, de chlorures, d'ammoniaque, de plomb et de métaux lourds.

1°) — Acide sulfurique libre :

Le sel doit être entièrement soluble dans l'eau. La solution ne doit pas faire effervescence avec du carbonate de calcium précipité.

2°) — Chlorures :

On dissout 0 gr. 50 de sulfate de fer dans 10 cc. d'eau distillée ; on ajoute 1 cc. d'acide azotique officinal, on porte 10 minutes à l'ébullition. Après refroidissement, on ajoute une goutte d'azotate d'argent (R). Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant une goutte d'acide azotique officinal et une goutte d'azotate d'argent (R) à 10 cc. de solution contenant 0,001 d'acide chlorhydrique pour mille.

3°) — Ammoniaque :

On dissout 4 gr. de sulfate de fer dans 20 cc. d'eau distillée, on ajoute 2 cc. d'acide azotique, on chauffe au bain-marie bouillant jusqu'à ce que la liqueur ne donne plus de coloration bleue par le ferricyanure de potassium (R). On filtre, on prélève 10 cc. de filtrat, on ajoute quelques pastilles de potasse jusqu'à réaction alcaline. On chauffe. Il ne devra pas se dégager de vapeurs bleuissant le papier de tournesol.

4)° — Plomb, métaux lourds :

On filtre cette solution, on ajoute une goutte de monosulfure de sodium (R). Il ne devra pas se produire de coloration brune.

C — DOSAGE DU FER A L'ETAT DE SULFATE FERREUX.

On mélange 100 cc. d'eau, 10 cc. d'acide sulfurique, une pincée de bicarbonate avec la solution à doser. On titre avec une solution de permanganate de potassium. La limite du dosage est la teinte rose persistante.

En multipliant le nombre de centimètres cubes de solution de permanganate employés, par 0,005584, on obtient la quantité de fer exprimée en métal.

## LE SULFATE DE MANGANESE

Le manganèse n'est pas d'un usage courant en agrumiculture.

I — NATURE

Le moyen le plus avantageux pour l'obtenir est de calciner un mélange à parties égales de sulfates ferreux et de peroxyde de manganèse. Il se forme du peroxyde de fer et du sulfate de manganèse. On filtre, on évapore et on laisse cristalliser.

II — PROPRIETES ET CARACTERES

Il contient en général 4 H2 O. Il est cristallisé sous la forme de prismes orthorhombiques, volumineux, de saveur styptique, sa densité = 2,09. Il est soluble dans 0,79 parties d'eau à 20°, dans 0,69 parties à 75°.

III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

Il fournit à la plante le manganèse qui lui est nécessaire, comme catalyseur pour la formation de matières oxydantes.

IV — ESSAI ET DOSAGE DU SULFATE DE MANGANESE

A — REACTIONS.

En solution neutre, l'ammoniaque précipite au blanc l'hydroxyde de manganèse, Mm (OH) 2.

Avec le sulfure d'ammonium, la solution aqueuse donne un précipité de sulfure manganeux rose chair.

Le carbonate de soude précipite du carbonate de manganèse blanc.

B — ESSAI.

Le sulfate de manganèse ne doit renfermer ni chlorure, ni arsenic, ni sels alcalins et alcalino-terreux, ni plomb, ni métaux lourds. Il peut renfermer sans inconvénient du fer, du cuivre et de l'aluminium.

1°) — Chlorures :

On dissout 0 gr. 10 de sulfate de manganèse dans 10 cc. d'eau distillée. On ajoute deux gouttes d'acide azotique officinal et cinq gouttes d'azotate d'argent ; Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 d'acide chlorhydrique pour mille.

2°) — Arsenic :

On dissout 5 gr. de sulfate de manganèse dans 10 cc. d'eau, dans un tube à essais. On ajoute 10 cc. de réactifs hypophosphoreux. On porte une demi-heure au bain-marie bouillant. Si une coloration brune se produit elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue dans les mêmes conditions tvec 10 cc. d'une solution contenant 0,001 d'arsenic pour mille.

3°) — Les alcalins et les alcalino-terreux :

On dissout 5 gr. de sulfate de manganèse dans 50 cc. d'eau distillée, on complète le volume à 100 cc. On filtre, on recueille 50 cc. de filtrat correspondant à 2 gr. 50 de sulfate de manganèse, et on les évapore au bain-marie dans une capsule tarée. On reprend le résidu par quelques centimètres cubes d'acide azotique et d'acide sulfurique. On évapore de nouveau et on calcine. Le résidu obtenu ne devra pas être supérieur à 0,5 %.

4°) — Plomb, métaux lourds :

On dissout 0 gr. 50 de sulfate de manganèse dans 10 cc. d'eau, on ajoute cinq gouttes d'acide acétique et une goutte de monosulfure de sodium (R). Si une coloration brune se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant une goutte de monosulfure (R) à 10 cc. d'une solution contenant 0,001 de plomb par mille.

### C — DOSAGE DU MANGANESE A L'ETAT DE SULFATE DE MANGANESE

Cette méthode a été proposée par Volhard.

Le sulfate de manganèse est placé dans un creuset en porcelaine garni d'un rond d'amiante ; le creuset intérieur est éloigné du creuset extérieur d'environ un centimètre. Les creusets sont chauffés au rouge sur un bec Bunsen, et on pèse après refroidissement dans le dissécateur. De la masse p du sulfate de manganèse on déduit la mase x de manganèse comme suit :

$$\frac{SO4Mn}{Mn} = \frac{p}{x} \quad \text{d'où } x = \frac{Mn}{SO4\,Mn} \cdot p$$

## LE SULFATE DE ZINC

Comme le sulfate de manganèse, le sulfate de zinc n'est pas d'un emploi courant.

### I — NATURE

L'industrie le prépare soit par le grillage de la blende (sulfate de zinc naturel), soit en attaquant le zinc brut (impur) par l'acide sulfurique. Le sel commercial ainsi obtenu est impur, il contient du fer, du cuivre, du calcium, de l'aluminium. On le purifie en le calcinant au rouge sombre dans un creuset ; on traite le produit par environ deux fois son poids d'eau bouillante, on filtre, on fait évaporer et cristalliser.

II — PROPRIETES ET CARACTERES

Il se présente sous la forme de cristaux prismatiques, incolores, contenant 7 H20, de densité 2,036. Il a une saveur styptique.

Il est soluble dans 0,66 parties d'eau à 18° et dans 0,15 parties d'eau bouillante. A 100°, il perd 6 H20, il ne devient anhydre que vers 220°.

III — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

C'est un désinfectant très actif et de plus il est nécessaire à la vie de la plante. Son absence provoque une maladie de carence que nous examinerons par ailleurs.

IV — ESSAI DU SULFATE DE ZINC

A — REACTIONS (Codex).

La solution aqueuse à 10 % est acide au tournesol, et neutre au méthylorange.

1 gr. de sulfate de zinc dissous dans 5 cc d'eau distillée doit être neutralisée en présence d'hélianthine avec au maximum 0 cc. 2 de NaOh N/10.

Avec la solution aqueuse l'ammoniaque donne un précipité blanc d'hydroxyde de zinc, Zn (OH2), insoluble dans un excès de réactif.

Le sulfure d'ammonium donne un précipité blanc, gélatineux, soluble dans un excès de réactif. Ce précipité gélatineux est formé de fer et d'aluminium. On y recherche le fer en ajoutant du sulfocyanure de baryum. Il précipite sous forme de sulfate.

B — ESSAI.

Le sulfate de zinc industriel n'est jamais pur, il peut renfermer du fer, du cuivre et de l'aluminium, mais pas de chlorures, pas de sels alcalins et alcalino-terreux, pas de baryum et pas de plomb et de métaux lourds.

1°) — On dissout 1 gr. de sulfate de zinc dans 5 cc. d'eau distillée. On doit obtenir la neutralisation à l'hélianthine avec au maximum 0 cc. 2 de solution déconormale de soude.

2°) — Chlorures :

On dissout 0,10 de sulfate de zinc dans 10 cc. d'eau. On ajoute cinq gouttes d'acide azotique officinal et cinq gouttes d'azotate d'argent. Si une opalescence se produit, elle ne devra pas être plus intense que celle obtenue en ajoutant les mêmes quantités de réactifs à 10 cc. de solution contenant 0,001 d'acide chlorhydrique pour mille.

3°) — Sels alcalins et alcalino-terreux :

On dissout 2 gr. de sulfate de zinc dans environ 150 cc. d'eau distillée dans une fiole jaugée de 250 cc., on ajoute 5 cc. de sulfure d'ammonium et 5 cc. d'ammoniaque officinal. On complète le volume de 200 cc. avec de l'eau distillée, on agite, puis on recueille 100 cc. du filtrat limpide dans une capsule tarée ; on ajoute 5 gouttes d'acide sulfurique, on évapore, et on incinère. Le résidu ne devra pas être supérieur à 0,5 %.

4°) — Baryum :

On dissout 1 gr. de sulfate de zinc dans 10 cc. d'eau distillée, la solution doit être limpide.

5°) — Plomb et métaux lourds :

On dissout 1 gr. de sulfate de zinc dans 10 cc. d'eau distillée ; on ajoute 2 cc. d'ammoniaque et cinq gouttes de monosulfure de sodium. Il devra se produire un précipité blanc sans coloration brune.

## PRODUITS UTILISES SOUS FORME GAZEUSE

— Acide cyanhydrique.
— Cyanures alcalins.

Ces produits servent à pratiquer les fumigations cyanhydriques. La fumigation consiste à placer l'arbre, et par là même l'insecte, dans une atmosphère toxique d'acide cyanhydrique. On a choisi l'acide cyanhydrique à cause de sa grande toxicité et de la rapidité de son action. Ce procédé a été employé pour la première fois en 1887 en Californie, et est resté depuis le traitement de choix, car la mortalité obtenue est de l'ordre de 95 à 100 %. Il fut employé, pour la première fois en Afrique du Nord vers 1930.

### I — NATURE DES PRODUITS EMPLOYES

Le but est d'obtenir de l'acide cyanhydrique. Diverses méthodes ont été employées :

La réaction de l'acide sulfurique sur un cyanure alcalin,

Le cyanure de calcium,

L'acide cyanhydrique stabilisé,

L'acide cyanhydrique liquéfié.

#### A — REACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR UN CYANURE ALCALIN

On appelait cette méthode, Méthode du pot. On mettait dans un vase de terre vernissé, placé sous la tente, de l'acide sulfurique, de l'eau et du cyanure de sodium. On employait 25 gr. par m3 pour obtenir un gramme de gaz en volume. Ce procédé a été abandonné, car le mélange, pour chaque arbre, était long à faire et parce que l'on ne pouvait pas éviter les projections d'acide qui détérioraient les tentes.

#### B — LE CYANURE DE CALCIUM

Ce procédé fut mis au point en Californie en 1922. Le cyanure de calcium est un corps blanc grisâtre,

produisant de l'acide cyanhydrique par décomposition, sous l'influence de l'humidité de l'air, lorsque l'état hygrométrique est supérieur à 20 %.

Il se présente, soit à l'état de poudre dosée très simplement avec des cueillères de tailles différentes, soit à l'état de briquettes dosées.

Le cyanure en poudre fine est employé sous les tentes, soit au moyen d'une poudreuse-doseuse, soit en le versant à l'aide d'un récipient. Certains agrumiculteurs américains l'utilisent même en poudrage à l'air libre, effectué, de préférence la nuit, vers 4 heures du matin.

Le cyanure en plaques est une production de fabrication allemande. Les plaques sont placées dans un broyeur qui projette la poudre obtenue sous la tente. Chaque plaque dégage environ 10 gr. d'acide cyanhydrique. On emploie 26 gr. par m3 pour obtenir 1 % de gaz en volume.

Avec les cyanures alcalins, l'opération est aussi rapide qu'avec l'acide cyanhydrique liquide, mais n'en n'a pas les inconvénients. Il faut surtout tenir les plaques de cyanures à l'abri de l'air. Sa rapidité, sa propreté, son efficacité ont fait de cette méthode la préférée des agrumiculteurs nord-africains et marocains.

C — ACIDE CYANHYDRIQUE STABILISE

Ce procédé pratiqué, quelquefois, avant la guerre de 1939-40, a été abandonné à cause de la carence de l'industrie allemande. Les Allemands utilisaient les propriétés absorbantes de la terre d'infusoires (Kieselgulir). Le produit se présentait sous la forme de granulés, contenant la moitié de leur poids d'acide cyanhydrique, auquel on ajoutait des composés comme le chlorure de méthyle ou le chlorure de cyanogène, destinés à éviter la polymérisation de l'acide cyanhydrique.

Il était livré sous le nom de « ZYKLON B » dans des boîtes soudées que l'on ouvrait au moment de l'emploi. On l'employait à la dose de 40 gr. par m3, pour obtenir une atmosphère de 1 % en volume.

### D — ACIDE CYANHYDRIQUE LIQUEFIE

C'est en 1917 que ce procédé fut inventé en Californie, où il est actuellement employé, à l'exclusion de tout autre. L'acide cyanhydrique est obtenu industriellement, en partant du cyanure de calcium et de l'eau. L'acide ainsi produit se vaporise et subit une purification, il est ensuite liquéfié et placé dans des récipients spéciaux. Un appareil spécial sert à doser et pulvériser ce liquide. Il est employé à la dose de 11 cc. par m3, pour obtenir 1 % de gaz en volume.

Le gros avantage de cette méthode, est sa rapidité d'exécution qui permet d'abaisser son prix de revient, mais elle a tout de même quelques inconvénients. L'acide cyanhydrique liquide, est un corps très dangereux, qui peut s'enflammer et exploser facilement. Il est employé en Californie, parce que les surfaces à traiter sont très grandes et que les ateliers de production de gaz sont installés sur place, ce qui diminue les manipulations et les risques d'accidents.

## III — PROPRIETES ET CARACTERES.

Corps incolore, possédant une odeur d'orange amère. Il est liquide si la température est inférieure à 26° 6 C. et gazeux au-dessus de cette température. Densité à l'état liquide 0,697 à 18° C. Densité de vapeur, 0,900. Il est soluble dans l'eau dans toutes proportions. Il convient d'ajouter que l'acide cyanhydrique est inflammable aux fortes concentrations dans l'atmosphère.

## IV — PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES.

### A — ACTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE SUR LES INSECTES

1°) — Action en général : L'acide cyanhydrique paralyse les centres nerveux et détermine l'asphyxie, même lorsque l'oxygène est fourni en excès.

Les espèces d'insectes les plus faciles à détruire sont celles qui ne se reproduisent que rarement par les œufs, ou bien celles dont la respiration ne subit à aucune période de l'année un ralentissement, provoqué notamment par le froid.

Les espèces les plus difficiles à détruire sont celles dont les femelles pondent en une ou plusieurs fois, l'œuf étant protégé par ses enveloppes. Du fait que l'insecte en formation à l'intérieur a une respiration ralentie, on doit augmenter la dose d'acide cyanhydrique.

Il résulte de ceci que le groupe des Coccidae, et plus particulièrement PARLATORIA ZIZYPHI, LEPIDOSAPHES GLOVERII doivent être attaquées pendant l'époque où les aurantiacées offrent leur maximum de résistance, où le fruit commence à se former, c'est-à-dire de la première quinzaine d'août aux derniers jours de février. Quant au PSEUDOCOCCUS CITRI RISSO, il résiste à l'acide cyanhydrique lorsqu'il est recouvert de son enveloppe cotonneuse. Celle-ci étant imperméable aux gaz.

2°) — Conditions de l'action : La toxicité de l'acide cyanhydrique pour les insectes varie avec la concentration et la durée de l'exposition. D'autre part, le pourcentage de mortalité augmente avec la température. Lorsque l'insecte perçoit le gaz, il peut fermer ses stigmates et résister ainsi à l'action du gaz. C'est pour cela que l'on peut ajouter un peu d'acétate de méthyle, qui augmente la toxicité du gaz, et qui empêche l'insecte de fermer complètement ses stigmates.

On a constaté quelquefois une mortalité insuffisante qui provenait du fait que l'insecte avait été soumis d'abord à une concentration inférieure à la dose mortelle. La mortalité était seulement de l'ordre de 50 %. La cause de cet insuccès est due à l'action dite « stupéfiante » de l'acide cyanhydrique. Des essais en plein air ont en effet montré que la survivance chez les insectes traités d'abord à une dose inférieure à celle normalement toxique, était double ou triple de la quantité d'insectes survivants sur les arbres traités à la dose toxique.

B— ACTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE SUR LES VEGETAUX

1°) — Action physiologique : L'acide cyanhydrique pénètre dans les tissus de la plante par les sto-

mates ou même par les cuticules des cellules épidermiques. Cette pénétration est favorisée par la lumière qui augmente l'ouverture des stomates.

L'action de l'acide cyanhydrique se traduit chez le végétal par un ralentissement de la fonction respiratoire, par un flétrissement, puis par un dessèchement rapide des tissus, auquel on a donné le nom de brûlure.

2°) — Action sur les différents organes de la plante : Les feuilles des auriantiacées supportent facilement les doses mortelles pour les insectes.

Les fruits jeunes sont également sensibles, on doit éviter les doses élevées tant que le fruit n'est pas formé. Les fleurs et les jeunes bourgeons sont très sensibles. En règle générale on ne doit jamais traiter quand les fruits changent de couleur.

D'autre part, il peut se produire des lésions sur l'écorce qui provoquent une exsudation de gomme.

3°) — Action sur les arbres affaiblis : Les fruits de ces arbres sont tachés et souvent même brûlés. Quelquefois, ils tombent par terre. Les feuilles peuvent tomber complètement et affaiblir encore l'arbre seulement pour un temps car les jeunes pousses sont plus vigoureuses que les précédentes.

4°) — Action de l'acide cyanhydrique appliqué après des traitements préalables : Les arbres traités par des insecticides, par des fongicides à base de pétrole, par des polysulfures peuvent être traités ensuite sans inconvénient. Dans tous les cas si des traitements ont été faits aux sels de cuivre, il faut s'abstenir, car l'acide ferait des dégâts très importants. Il faut attendre au moins six mois avant d'entreprendre un nouveau traitement à l'acide cyanhydrique. A ce moment-là le traitement devra, d'autre part, être fait la nuit, par temps sec et il faudra éviter d'employer des doses trop élevées.

## C — ACTION DES AGENTS ATMOSPHERIQUES

Des conditions atmosphériques défavorables se produisant à l'époque de la fumigation sont souvent l'ori-

gine de dégâts causés aux arbres et à leurs fruits par l'acide cyanhydrique.

1°) — La lumière. — En principe il vaut mieux traiter la nuit. Les plantes traitées en plein soleil ou exposées directement au soleil dans les deux heures qui suivent le traitement risquent de graves dommages. La température et l'intensité solaire combinée sont les facteurs ayant le plus d'importance en ce qui concerne les dégâts occasionnés.

2°) — La chaleur. — La chaleur seule ne commet pas de gros dégâts surtout si l'on opère entre 20° et 23° 5, et en appliquant des doses normales d'acide cyanhydrique. Toutefois, on peut traiter à 29° à condition que les arbres soient vigoureux et que l'état hygrométrique ne soit pas trop élevé.

3°) — Le froid. — Les traitements à des températures de 0° déterminent de graves dégâts dans la majorité des cas. Lorsque la température descend à 1° 7 C, il faut suspendre tout traitement. En moyenne les pulvérisations à l'acide cyanhydrique liquéfié ne doivent pas se faire, pour être sans danger, au-dessous de 5° à 6° C.

4°) — Les vents. — Il faut s'abstenir de tout traitement si le vent est violent car le gaz s'échappe de la tente et il en résulte un travail défectueux, de plus on risque de blesser les fruits qui sont plus sensibles aux attaques par l'acide cyanhydrique.

5°) — L'humidité atmosphérique. — L'humidité rend les tentes plus lourdes et occasionne, lorsqu'on les manipule, des blessures aux fruits, elle altère le tissu de la tente, le rend moins perméable au gaz qui s'accumule dans la partie supérieure plus facilement que dans les conditions normales ; cette concentration exagérée détermine des piqûres sur les fruits et des brûlures chez les espèces les plus sensibles.

6°) — Action combinée de la chaleur et de l'humidité. — Quand la chaleur et l'humidité atteignent un degré élevé de gros dommages sont à craindre. Lorsque la température est basse et l'état hygrométrique élevé, le traitement n'offre aucun danger.

## V — TOXICITE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

L'acide cyanhydrique est un poison violent pour l'homme. Il suspend les oxydations cellulaires et provoque rapidement la mort par asphyxie.

Il faut exiger le port de masques à charbons actifs, prendre des mesures de propreté, dans le but d'éviter des lésions cutanées, qui sont des voies de pénétration pour le toxique.

Dans le cas d'intoxication, il faudra agir rapidement. On tentera de suite la respiration artificielle, on fera une injection de lobéline à 0 gr. 0005 ou de toute autre analeptique respiratoire. Dans le cas d'intoxication buccale, on évacuera l'estomac après absorption d'une solution à 2 pour mille de permanganate de potassium. L'injection de substances méthémoglobinisantes permet de fixer le toxique. On injecte dans ce but une solution de bleu de méthylène à 1 %.

Mais ces moyens de lutte contre l'intoxication cyanhydrique demeurent précaires ; pratiquement l'acide cyanhydrique, qui fut employé comme toxique de guerre, doit être considéré comme un des agents chimique les plus redoutables de tout l'arsenal phytopharmaceutique. La protection des équipes de désinsectisation pose un problème des plus difficiles, qui n'a pas encore reçu à l'heure actuelle de solution satisfaisante.

## VI — CONCLUSION

Chacune des méthodes décrites a ses avantages et ses inconvénients.

Les huiles blanches donnent une mortalité de l'ordre de 60 % à 70 % et conviennent surtout aux petites exploitations. Les huiles pouvant à la longue être nuisibles pour les arbres, on a essayé de les « alléger », c'est-à-dire d'en prendre de plus volatiles, de moins visqueuses, ce qui les rend moins efficaces par elles-mêmes. On a donc été obligé de renforcer l'action toxique de l'huile.

Les Américains ont dissout dans les huiles quantité d'insecticides variés, les seuls bons résultats ont été obtenus grâce aux extraits de plante à roténone (Derris et Cubé) qui sont actuellement employés au Maroc.

La D. D. T. et l'hexchlorocyclohexane qui sont solubles dans les huiles et dans les solvants de celles-ci, accroient le pourcentage de mortalité.

Ces additions rendront les huiles plus fluides et plus volatiles, ce qui diminuera les effets nocifs de l'huile pour la plante.

En France, où les huiles minérales manquèrent pendant l'occupation, elles furent remplacées par des carbures d'hydrogène cycliques chlorés. On a essayé l'emploi d'huiles végétales à la place d'huiles minérales, ce qui avantagerait l'Afrique du Nord, où l'huile abonde et où les huiles tropicales sont bon marché. Mais on n'a pas encore trouvé de moyen pratique de mise en solution.

L'acide cyanhydrique donne une mortalité de l'ordre de 98 %, mais le procédé est dangereux et nécessite une mise de capitaux importants, qui ne peut être entreprise que par une coopérative, ou une entreprise privée. Il faut aussi que les espaces à traiter soient assez étendus.

En résumé, dans la petite exploitation, le Planteur aura intérêt à recourir aux polysulfures, aux émulsions d'huiles blanches et de pétrole ; tandis que la grosse coopérative aura intérêt à effectuer des fumigations d'acide cyanhydrique. Par ailleurs, le traitement à l'acide cyanhydrique peut être effectué pendant huit mois de l'année tandis que les autres traitements le seront seulement pendant deux à quatre mois environ.

De toute façon, et quel que soit le traitement, il y aura lieu de le faire sans interruption, de façon à ce que les arbres non traités ne contaminent pas les arbres traités.

## VII — ESSAI ET DOSAGE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

### A — ESSAI

CARACTERISATION.

Après neutralisation, l'acide cyanhydrique donne les réactions suivantes : BLEU DE PRUSSE. — Mettre dans un tube à essai 1 cm3 de solution cyanurée, alcaline + 1 goutte de phénolphtaléine. Ajouter goutte à goutte SO4H2 N jusqu'à décoloration. Revenir juste à teinte rouge par addition d'une solution saturée à froid de borax (5 % environ). Ajouter une goutte de SO4 Fe à 2 %, agiter. Laisser reposer 5 minutes. Il faut qu'après addition de SO4Fe, la teinte rouge persiste, sinon on rajouterait 1 à 2 gouttes de borax. Acidifier par 4 à 5 gouttes de ClH concentré. On obtient encore une teinte bleue très nette, pour 0 mg. 05 de CNH.

### B — DOSAGE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

1°) — Dans une solution par argentimétrie.

Réactifs : 1°) Liqueur titrée NO3AG N/10,
2°) Solution 1 K 10 %,
3°) NH4OH à 22° baumé.

Mode opératoire : Prélever une prise d'essai contenant au plus 0 gr. de CNH ; ajouter 10 cm3 de NH3 à 22° baumé ; 1 cm3 de 1 K à 10 %. Etendre à 5 cm3 environ avec de l'eau distillée et titrer par NO3Ag N/10, jusqu'à légère opalescence, en agitant fortement.

2°) — Par iodométrie.

Réactifs : 1°) Liqueur titrée Iode N/10,
2°) SO4H2 au 1/9 à 66° baumé,
3°) Empois d'amidon.

Mode opératoire : Introduire dans une fiole conique un volume de solution correspondant à 15-30 mg. de CNH. Diluer à 150 millimètres cubes avec de l'eau distillée. Si la solution est alcaline,, l'aciduler par SO4H2 (1 + 9) jusqu'à virage du papier de tournesol en évitant tout échauffement.

Neutraliser par $CO_3HNa$ en ajoutant un léger excès. Après addition d'empois d'amidon, titrer à l'iode N/10 jusqu'à coloration bleue.

1 cm3 1 N/10 → 0 gr. 00135 CNH.

3°) — Dans une atmosphère.

a) Prélèvement :

On utilise un ballon à fond rond en verre pyrex, bouché par un bouchon de caoutchouc que traverse un tube de communication en verre à robinet. Pour effectuer le prélèvement de l'atmosphère cyanhydrique, faire le vide dans le ballon, raccorder le tube de communication à l'enceinte contenant le gaz et faire pénétrer celui-ci à l'intérieur du ballon en ouvrant le robinet ; refermer au bout de quelques secondes.

Pour le dosage, faire pénétrer dans le ballon, au moyen du tube à robinet, une quantité exactement pesée et en excès, de OHNa titrée. Agiter et après dix ou quinze minutes de contact, prélever une partie aliquote sur laquelle on dosera le cyanure par volumétrie ou par colorimétrie.

b) Méthode volumétrique :

Opérer comme il a été indiqué dans le cas du dosage de CNH, dans une solution par iodométrie, en employant une liqueur d'iode N/100 dont 1 centimètre cube correspond à 0 mg. 135 de CNH.

c) Méthode colorimétrique :

Transformation du cyanure en sulfo-cyanure et colorimétrie du sulfocyanure ferrique obtenu par action du perchlorure de fer.

d) Réactifs :

Liqueur titrée de cyanure de potassium correspondant à 1 milligramme de CNH par centimètre cube. Dissoudre environ 2 gr. 5 de CNK dans un litre d'eau distillée, bouillie de préférence. Cette liqueur est étalonnée au moyen d'une liqueur d'iode N/10 ; On opère comme il est indiqué dans le « mode opératoire » ci-dessus.

Liqueur titrée de cyanure de potassium correspondant à 0 mg. 1 de CNH par centimètre cube.

Prendre 50 centimètres cubes de liqueur « α », étendre à 500 centimètres cubes.

Solution de perchlorure de fer à 30 %.

Sulfure d'ammonium jeune. Saturer de l'ammoniaque concentréee à 22° baumé, par un courant de SH2. Faire passer un courant d'air dans la solution obtenue, jusqu'à ce qu'elle prenne une teinte jaune accentuée.

Acide chlorydrique (1 + 20). Mélanger un volume de ClH à 22° baumé et 20 volumes d'eau.

e) Mode opératoire :

Prélever dans un tube colorimétrique un volume de solution cyanurée alcaline tel qu'il renferme moins de 1 mg. de CNH. Compléter à 5 centimètres cubes avec OH2. Ajouter 10 gouttes de sulfure d'ammonium jaune ; chauffer au bain-marie bouillant pendant 30 minutes. Aciduler par 3 centimètres cubes de ClH (1 + 20) ; reporter au bain-marie bouillant pendant 5 minutes pour éliminer SH2 qui a pris naissance. (Très important) ; Refroidir, compléter à 10 centimètres cubes avec OH2 et ajouter 10 gouttes de solution de Cl6Fe2 à 30 %. Filtrer. Comparer la coloration obtenue avec celle produite dans les mêmes conditions dans des « types » préparés avec la liqueur titrée de cyanure de potassium à 0 mg. 1 de CNH par centimètre cube.

Si l'on dispose d'un colorimètre photo-électrique, il sera avantageux de construire une courbe d'étalonnage avec des quantités connues de CNH.

## VIII — DOSAGE DES CYANURES DE CALCIUM.

On mélange le cyanure de calcium et l'eau, et on titre l'acide cyanhydrique libéré, suivant la méthode de dosage dans une atmosphère.

## IX. — DOSAGE DES CYANURES DE SODIUM.

Basé sur l'action du nitrate d'argent sur le cyanure alcalin en milieu ammoniacal en présence d'iodure de

potassium. Il y a d'abord formation de cyanure double soluble, d'après la réaction.

$$NO3\ Ag + 2CNK \text{ — } CNAg\ CNK + NO3K.$$

Lorsque la formation de sel double est complète, un excès de liqueur argentine réagit sur l'iodure de potassium avec production d'iodure d'argent qui trouble la solution. C'est le terme de la réaction.

$$NO3\ Ag + I\ K \text{ — } I\ Ag + NO3K.$$

## CONCLUSION

1°) — Il y a peine vingt ans que l'agrumiculture marocaine a abandonné les formules archaïques de ses débuts et gagné le cadre agricole et industriel des grandes cultures commerciales de rapport. Actuellement, elle n'a franchi qu'un premier stade, car elle ignore encore l'organisation technique, industrielle et commerciale de ses concurrentes étrangères. Le Planteur, comparable à ses débuts à un paysan de France, a dû par nécessité changer de méthodes. Il s'est transformé en chef d'industrie, car sa ferme et son exploitation sont devenues de véritables entreprises.

A son arrivée au Maroc, il trouva un pays en friche, où tout était à créer. Sous la direction du Maréchal Lyautey, l'ordre fut rétabli, des cadres et une administration furent formés. La route était ouverte à la colonisation. Bien des sacrifices furent nécessaires, de vaines expériences furent tentées, des ruines suivirent, mais un résultat probant fut atteint, aujourd'hui, les plantations agrumicoles du Maroc couvrent plus de 14.000 hectares et ne cessent de s'accroître. Les agrumes sont cultivés dans toutes les parties du pays, sauf dans l'Atlas qui est trop élevé et dans les régions qui manquent d'eau, ou qui ne peuvent être irriguées.

Concurrencé sur les marchés européens par l'Espagne, par l'Algérie et par la Tunisie qui ont des prix de revient beaucoup moins élevés du fait de leur position géographique, le Maroc est obligé de s'orienter vers la production de fruits précoces ou tardifs, de qualité irréprochable. Une sélection a donc été faite parmi de nombreuses variétés.

Dans la région de Marrakech, on a choisi les Washington Navels, les Thompson Navels et les Clémentines comme variétés précoces, les Valencia Late et les Vernia comme variétés tardives.

Les espèces ayant été choisies, la création d'une orangeraie demande une grande attention, car ce sont les précautions prises au départ qui condition-

nent la réussite. Climat, eau et sol doivent être les alliés du Planteur, qui ne pourra pas entamer contre eux une lutte inégale, qui le mènerait à la ruine. Un climat jamais trop froid, une eau abondante non salée, un sol approprié et bien abrité, une sélection très stricte des plants et des porte-greffes, une plantation à grands écartements, une taille rationnelle, des irrigations bien menées, une surveillance attentive des premiers foyers d'infection seront les conditions premières de sa réussite. Mais il devra être constamment en état d'alerte, et veiller à l'état sanitaire de sa plantation.

——ooOOoo——

2°) — Les plaies et les blessures de toutes sortes, seront traitées avec des désinfectants, notamment de la chaux ou de la bouillie bordelaise.

Les maladies non parasitaires ne seront pas négligées.

L'asphyxie des racines, dues à une trop grande quantité d'eau, qui chlorose l'arbre et le fait mourir, sera évitée par un choix judicieux du terrain et par un drainage du sol.

Les maladies de carence seront étudiées avec soin. La carence en fer sera traitée par une addition de sulfate de fer, la carence en magnésium par des engrais magnésiens, les sols renfermant plus de 1 gramme de chlorure de sodium par kilogramme de terre seront éliminés, le manque de calcium, conséquence de l'absence de zinc sera traité par des apports d'engrais calciques, pour le potassium on ajoutera des engrais au sulfate de potasse, la carence en zinc sera traitée par le chaulage et par du sulfate de zinc, la carence en cuivre, par du sulfate de cuivre, la carence en manganèse par du sulfate de manganèse, l'absence de soufre par des engrais tels que le sulfate d'ammoniaque, le superphosphate, le sulfate de potasse, ou même le soufre pur, l'amenuisement des sols en azote par des engrais azotés, une bonne oxygénation de

l'arbre sera observée par le choix préalable du sol et des eaux et par l'addition d'engrais calciques, les carences en bore, quoique n'ayant pas été signalées au Maroc, ne seront pas perdues de vue.

Les arbres seront ménagés, bien fumés et bien irrigués, afin qu'ils aient des récoltes suivies, et qu'ils puissent résister sans trop de dommages aux grosses chaleurs de l'été, au sirocco, qui déterminent, en juin, des chutes massives de fruits.

——ooOOoo——

3°) — Les maladies cryptogamiques, dues à divers champignons produiront de graves dégâts, si elles ne sont pas traitées en temps utile.

Le pourridié sera évité par une bonne hygiène, un choix calculé des porte-greffes, une fertilisation suffisante du sol et par des pulvérisations de sulfate de cuivre, de zinc et chaux mélangés ; il sera combattu par un drainage du sol, par une intervention chirurgicale sur les racines atteintes et par l'isolement de l'arbre au moyen d'un billon, qui empêchera l'eau de le toucher.

La gommose, qui se développe avec une rapidité incroyable sera évitée par l'emploi de variétés résistantes. Pour cela, le choix du porte-greffe sera primordial. Le bigaradier ou le triptera seront employés de préférence. Le contact de l'eau avec l'arbre sera évité grâce à des billons et les parties atteintes, racines, tronc ou branches seront traitées chirurgicalement à la première atteinte.

La psorose, qui est une maladie à virus, atteint surtout les arbres à partir de 12 à 15 ans. Pour l'éviter, il sera nécessaire de ne planter que des arbres exempts de cette maladie ; pour la combattre il faudra intervenir chirurgicalement, et extirper la partie atteinte, ce qui permettra à l'arbre de donner une certaine production, mais ne l'empêchera pas de dépérir.

L'anthracnose, due à un champignon qui attaque les feuilles, les rameaux et surtout les fruits, les rendant impropres à la consommation, sera évitée en tenant l'arbre en bon état, en drainant le sol, en le fortifiant avec des engrais, et combattue par des interventions chirurgicales sur les parties atteintes et par le traitement des plaies ainsi provoquées.

Pour le mal secco et la fumagine, dues toutes deux à des champignons, des pulvérisations à la bouillie bordelaise à 2 % seront suffisantes pour les éliminer. La pourriture des fruits, due à plusieurs champignons, est très grave, car elle en interdit la vente. Il faudra, pour l'éviter, prendre des précautions lors de la cueillette et lors des diverses manipulations qui suivront, jusqu'à la mise en caisse et l'expédition. Des traitements chimiques seront aussi employés à titre préventif : par la voie liquide, des bains d'eau chaude à 45 %, par pulvérisation, des solutions de borax ou d'acide borique, par fumigation de trichlorure d'azote, par réfrigération.

——ooOOoo——

4°) — Les cochenilles sont un des principaux ennemis des agrumes et font des dégâts considérables.

Les cochenilles à bouclier, dont les espèces les plus répandues sont le pou rouge, la cochenille virgule et la cochenille serpette, s'attaquent à tous les organes de la plante et finissent par causer sa mort. Les fruits parasités sont impropres à l'exportation.

Les cochenilles à carapaces ne sont pas très dangereuses. Les plus répandues sont la cochenille plate et la cochenille de l'olivier. Elles sont très vulnérables car elles sont parasitées et disparaissent rapidement.

Les cochenilles farineuses sont, au contraire, très virulentes et particulièrement la cochenille australienne qui est avec le pou rouge la plus répandue dans les vergers du Sud Marocain. Elle occasionne des dégâts durant toute l'année.

Les procédés de lutte sont très effectifs et donnent d'excellents résultats.

Les pulvérisations d'huile blanche ou de pétrole sont le plus couramment employées.

Les traitements aux polysulfures ont été surtout employés pendant la guerre et le sont encore dans les petites exploitations.

Le traitement de choix serait de soumettre l'arbre à des fumigations d'acide cyanhydrique, mais ce procédé, qui nécessite la mise en œuvre de moyens importants, ne peut être pratiqué que par les grosses exploitations, par les coopératives agricoles ou par des entreprises spécialisées dans ce genre de traitement.

La lutte biologique, qui consiste à provoquer le développement d'insectes destructeurs de cochenilles, bien que donnant des résultats appréciables, n'est pas très employée.

La mouche des fruits commet elle aussi de gros dégâts. Heureusement que toutes les années ne sont pas des années à mouches. Les méthodes empiriques, telles que celle du pot, sont les moins onéreuses mais nécessitent un travail quotidien. On emploie de préférence des procédés chimiques.

Les pulvérisations à l'arséniate de plomb ont été abandonnées à cause de la toxicité de ce sel et ont été remplacées par des pulvérisations d'hexachlorohexane ou de D.D.T.

5°) — Comme nous venons de le voir, la défense sanitaire prend de plus en plus une grande place dans les préoccupations du Planteur ; elle deviendra pour lui une nécessité vitale, car, vu les conditions économiques, il devra, s'il ne veut pas sombrer, produire au maximum avec le minimum de frais. Aujourd'hui la surproduction le guette, son prix de revient est juste rentable. La région de Marrakech, qui produit les meilleurs fruits d'Afrique du Nord, se trouve handica-

pée au départ par le fait que son climat très chaud nécessite une plus grande irrigation, d'où plus de frais que dans les régions de Port-Lyautey, de Meknès et de Fès, qui sont aussi de gros producteurs, et où il pleut beaucoup plus souvent.

Le seul avantage qu'elle retire de sa position tient aux vertus préventives et curatives du soleil, qui est le meilleur collaborateur sanitaire du Planteur.

L'avenir est sombre, mais le Planteur est tout de même optimiste, car il aime sa terre comme l'aiment nos braves paysans de France. Il ne doit tout me même pas perdre de vue que dans quelques années les exploitations qui n'arriveront pas à produire au minimum 250 quintaux à l'hectare sont appelées à disparaître. Plus que jamais la conduite d'une exploitation agricole nécessite de grandes connaissances scientifiques et une vigilance toujours en éveil. Le Planteur aura de grandes luttes à soutenir, et dans ces luttes pour la vie, le Pharmacien, chimise et biologiste, aura un rôle primordial à jouer s'il sait en prendre l'initiative.

# BIBLIOGRAPHIE


ALDRICH. — **Effet des engrais sur le sol** (Revue Française de l'Oranger, 1947 - N° 186 - p. 412).

BALACHOWSKY et MESNIL. — **Les insectes nuisibles aux plantes cultivées** (Librairie Le François, Paris 1935).

BOSE. — **La Gommose** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 133 - p. 39).

BOUHELIER et BERGER. — **Observations sur la pourriture verte** (Revue Française de l'Oranger, 1941 - N° 114 - p. 169).

BOUHELIER et HUDAULT. — **Note sur les essais de lutte contre Ceratitis Capitata** (Revue Française de l'Oranger, 1935 - N° 15 - p. 101).

BRICHET. — **Une maladie redoutable : la Psorose** (Revue Française de l'Oranger, 1941 - N° 153 - p. 228).

BRICHET. — **L'alternance des récoltes chez les agrumes** (Fruits et Primeurs d'Afrique du Nord, 1937 - p. 209).

BRICHET. — **Les variétés commerciales d'agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 121 - p. 375).

BRICHET. — **A propos de fumigations cyanhydriques** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 140 - p. 165).

BRIAND. — **Culture des agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1946 - N° 171 - p. 200).

BRYAN. — **Symptômes de carence chez les agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1938 - N° 89 - p. 250).

CHAPMAN. — **Remarques sur la fertilisation des agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1947 - N° 185 - p. 352).

CAUJOLLE. — **Perspectives nouvelles de la Phytopharcie** (Maroc Médical, 1950 - N° 29 - p. 795).

CONCEICAO. — **La Gommose** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 133 - p. 39).

CORNU. — **Le Pyrèthre au Maroc** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 136 - p. 94).

COURANJOU. — **L'alternance des récoltes chez les mandariniers et les orangers** (Revue Française de l'Oranger, 1948 - N° 196 - p. 329).

DECOUX. — **Terres à agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 135 - p. 78).

DEFENSE DES VEGETAUX DU MAROC. — **Les agrumes au Maroc** (Edition 1947).

DEFENSE DES VEGETAUX DU MAROC. — **La lutte contre les cochenilles nuisibles aux Aurantiacées** (Edition 1933).

DEWALD. — **Etude des sols convenant à la culture des agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1947 - N° 126 - p. 154).

DUMAS. — **Les maladies de carence chez les citrus** (Fruits d'Outre-Mer, 1947 - N° 3 - p. 80).

FAWCET et LEE. — **Citrus deseases and their control** (New-York 1926).

GATTEFOSSE. — **Matières premières végétales** (Casablanca, 1943 - p. 51).

GODFREY. — **La Gommose infectieuse des citrus** (Texas farming and citriculture, Revue Française de l'Oranger, 1946 - N° 72 - p. 45).

GRAY and KIRPATRICK. — **Stupefaction of certain scale insect by hydrocyanic and vapor** (Journal of Entomology, United Stade Departement of Entomology, 1929).

GULLAUME. — **Les animaux ennemis de nos cultures** (Editions Vigot, Paris, 1938).

HIBON. — **Lutte contre les escargots** (Revue Française de l'Oranger, 1943 - N° 136 - p. 103).

HIBON. — **Premiers essais de la destruction de la cératite par le D.D.T.** (Revue Française de l'Oranger, 1946 - N° 167 - p. 65).

HIBON. — **Le brise-vent** (Revue Française de l'Oranger, 1944 - N° 147 - p. 99).

HUME. — **L'emploi des engrais dans les plantations d'agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1941 - N° 115 - p. 107).

LEMAISTRE. — **La Psorose** (Fruits d'Outre-Mer, juillet 1949).

LIGUE NATIONALE DE LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DES CULTURES. — **Guide pratique pour la défense des végétaux** (Maison de l'Agriculture, Paris 1937).

LIMASSET. — **Pathologie végétale** (Editions Dunot, Paris, 1945).

LLOBREGAT. — **La pourriture des racines d'agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1948 - N° 196 - p. 359).

LLOSA. — **Informe sobre enfermedades del palto y del naranjo en la zona de Chanchamayo** (Bulletin de la Station Expérimentale de la Molina, Pérou).

MAGROU. — **Maladies des végétaux** (Expansion Scientifique Française, Paris, 1948).

MARTIN. — **Le D.D.T. et son emploi dans les plantations d'agrumes** (Revue Française de l'Oranger, 1946 - N° 165 - p. 8).

MOREL. — **Maladies de carence** (Revue Française de l'Oranger, 1947 - N° 186 - p. 405).

PERRAULT. — **La sécrétion nectarifère** (Revue Française de l'Oranger, 1945 - N° 158 - p. 95).

PERRET. — **Cétoines et fruits d'agrumes dans les plantations de Marrakech** (Revue Française de l'Oranger - N° 174 - p. 313).

PERRET. — **Observations concernant la lutte contre les cochenilles virgules du citrus** (Revue Française de l'Oranger, 1944 - N° 145 - p. 72).

PERROT et ses COLLABORATEURS. — **Manuel de Phytopharmacie** (Editions Masson et Cie, Paris. Tome I : 1948, Tome II : 1948, Tome III : 1949).

RAUCOURT. — **Revue de Phytopharmacie** (8ème série, Annales Agronomiques, 1945 - N° 3 - p. 408).

RAUCOURT et BEGUE. — **Formulaire Phytopharmaceutique** (Imprimerie Nationale 1945).

REBOUR. — **Les agrumes** (Union des Syndicats des Producteurs d'agrumes, 12, Boulevard Baudin, Alger, 1941 et 1950).

REBOUR. — **Manuel du Planteur** (Office de l'expérimentation et de la vulgarisation agricole, Tunis 1939, Ager 1947).

REBOUR. — **Création d'une orangeraie** (La Tunisie Agricole, avril 1939).

REBOUR. — **La production des agrumes et la teigne** (Revue Française de l'Oranger, 1945 - N° 159 - p. 48).

REBOUR. — **Fumures et carences** (Revue Française de l'Oranger, 1947 - N° 192 - p. 255).

ROBERT. — **Les agrumes dans le monde** (Institut des fruits et agrumes coloniaux, 1947).

RUGGIERI. — **Le Mal secco, le Pourridié et la Gommose en Sicile** (Revue Française de l'Oranger, 1948 - N° 196 - p. 359).

SIMONNEAU. — **Observations sur le comportement des agrumes en présence du salant** (Revue Française de l'Oranger, 1945 - N° 164 - p. 259).

VILARDELO. — **Trois insecticides modernes** (Fruits d'Outre-Mer, 1948 - p. 339).

YOREL. — **Problèmes des agrumes en Afrique du Nord** (Revue Française de l'Oranger, 1946 - N° 168 - p. 197).

# TABLE DES MATIÈRES

**PLAN GENERAL** ..... 8

**AVANT-PROPOS** ..... 9

**INTRODUCTION** ..... 11

**PREMIERE PARTIE**

ETUDE AGRONOMIQUE DES AGRUMES AU MAROC ..... 13

**Généralités** ..... 13

**Espèces et variétés cultivées** ..... 16

**Exigence des agrumes** ..... 23

**DEUXIEME PARTIE**

PHYTOPATHOLOGIE ..... 29

**Défense sanitaire** ..... 29

Hygiène de l'orangeraie ..... 29

Accidents météorologiques ..... 31

**Maladies non parasitaires** ..... 34

Asphyxie des racines ..... 34

Maladie de carence ou d'excès ..... 34

Chute des jeunes fruits en juin ..... 40

Saisonnement et alternance des récoltes 41

**Maladies cryptogamiques** ..... 42
La pourriture des racines d'agrumes .... 43
La gommose parasitaire ..... 44
La psorose ou écorce écailleuse ..... 51
L'anthracnose des aurantiacées ..... 55
Le mal secco ..... 58
La fumagine ..... 58
La pourriture des fruits ..... 59
**Parasites animaux des agrumes** ..... 66
Les parasites autres que les insectes .... 67
Les parasites insectes ..... 67
Les cochenilles ..... 69
La mouche des fruits ..... 78

## TROISIEME PARTIE

ETUDE, ESSAI ET DOSAGE DES PHYTO-MEDICAMENTS ..... 83
Produits employés en général sous forme liquide ..... 84
Acide borique ..... 84
Arseniate de plomb ..... 87
Borate de soude ..... 91
Bouillies cupriques ..... 94
Chaux ..... 99
Bouillies sulfocalciques ..... 102
Huiles blanches ..... 109
Pétroles ..... 109

Permanganate de potassium ..... 120
Soufre ..... 122
Nicotine et jus de tabac ..... 126
**Produits utilisés sous forme solide** ..... 132
Dichlorodiphényltrichloroéthane ..... 132
Engrais ..... 135
Hexachlorocyclohexane ..... 145
Plantes à roténone ..... 147
Pyrèthres et pyréthrines ..... 155
Sulfate de fer ..... 163
Sulfate de manganèse ..... 165
Sulfate de zinc ..... 167
**Produits utilisés sous forme gazeuse** ..... 170
Produits à base d'acide cyanhydrique .. 170
Cyanures alcalins ..... 171

CONCLUSION ..... 182

BIBLIOGRAPHIE ..... 189

LES CLICHES MARQUES (D.D.V.) ONT ETE OBLIGEAMMENT PRETES PAR LES SERVICES DE LA DEFENSE DES VEGETAUX DE CASABLANCA.

LES CLICHES MARQUES (R.F.O.) ONT ETE OBLIGEAMMENT PRETES PAR LA REVUE FRANÇAISE DE L'ORANGER, RUE COLBERT, CASABLANCA.

AVEC NOS REMERCIEMENTS.

VU : *Le Professeur*
*Président du Jury,*
F. CAUJOLLE.

VU : *Pour le Doyen,*
*l'Assesseur,*
V. BRUSTIER.

Vu et permis d'imprimer N° 985 :
Toulouse, le 6 décembre 1950.

*Pour le Recteur, le Doyen délégué,*
Dr LEFEBVRE.